

**OTOMATİK TEST CİHAZLARI İLE AVİYONİK ÜNİTELERİN
TEST EDİLMESİ**

Nihat KARABULUT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞUBAT 2007
ANKARA**

Nihat KARABULUT tarafından hazırlanan OTOMATİK TEST CİHAZLARI İLE
AVİYONİK ÜNİTELERİN TEST EDİLMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi
olarak uygun olduğunu onaylarım.

Öğr.Gör.Dr.Nursel AKÇAM
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oybirliği ile Elektrik-Elektronik Mühendisliği
Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Osman GÜRDAL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Elif URAY AYDIN

Üye : Öğr. Gör. Dr. Nursel AKÇAM (Danışman)

Tarih : 02 / 02 / 2007

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına
uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu çalışmadaki bütün bilgilerin etik ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Nihat KARABULUT

**OTOMATİK TEST CİHAZLARI İLE AVİYONİK ÜNİTELERİN
TEST EDİLMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Nihat KARABULUT

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Şubat 2007

ÖZET

Bu çalışmada, uçak aviyoniklerinin testinde kullanılan Otomatik Test Cihazları (Automated Test Equipment – ATE) incelenmiş ve Throttle Grip ünitesinin faaliyet kontrollerini yapabilen bir ATE sistemi oluşturularak test edilmiştir.

Öncelikle ATE'nin teknik özellikleri ile tasarım boyunca izlenecek yol hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Uygulama kapsamında Throttle Grip ünitesi örnek olarak seçilmiş ve test esnasında kullanılacak bir donanım tasarlanmıştır.

Tasarlanan test sisteminde, görsel açıdan kullanıcıya yardımcı olacak basit menülerden oluşmuş bir test programı, Delphi programlama dilinde yazılmıştır. Test programı, test işlemi sonucunda karşılaştığı problemleri de ekrandan kullanıcıya bildirmekte ve sorunun hızlı bir şekilde giderilmesine imkan sağlamaktadır.

Bilim Kodu : 905.1.034
Anahtar Kelimeler : Otomatik Test Sistemleri, Test Program Set
Sayfa Adedi : 69
Tez Yöneticisi : Dr.Nursel AKÇAM

**AUTOMATIC TEST EQUIPMENT TESTING
PROCESS OF AVIONIC
(M.Sc.Thesis)**

Nihat KARABULUT

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
February 2007**

ABSTRACT

In this study, The Automated Test Equipments (ATE) which are used in the testing process of aircraft avionics have been investigated and an ATE, which can carry out the operability controls of a Throttle Grip Unit, has been designed and tested.

At first, the technical properties of an ATE and detailed information about the way that will be followed during the design process has been given, second under the scope of the application, the Throttle Grip Unit has been choosen as an example and an hardware which will be used during the test process, has been designed. In the test system which has been designed, a test program, which consists of simple menus that will help the users visually, has been constructed by using Delphi Programming Language. The test program indicates the problems, which are faced after the testing process, on the screen and provides the user an opportunity to overcome them in a rapid way.

**Science Code : 905.1.034
Key Words : Automatic Test Equipment, Test Program Set
Page Number : 69
Adviser : Dr. Nursel AKÇAM**

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca değerli yardım ve katkılarından dolayı hocam Dr.Nursel AKÇAM'a ve hazırlık aşamasında bana verdiği destekten dolayı Tğm.F.Aytaç KAYA'ya teşekkür ederim. Ayrıca, tez çalışmam boyunca sabırla beni destekleyen eşim Pınar YILMAZ KARABULUT'a ve kızım Pelin Yağmur'a da teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. AVİYONİK YAPILAR VE ATE.....	4
2.1. Aviyonik Sistemlerin Tarihçesi.....	4
2.2. Aviyonik Yapıların Gelişimi	7
2.2.1. Bağımsız aviyonik yapı.....	8
2.2.2. Federe aviyonik yapı.....	8
2.2.3. Entegre aviyonik yapı.....	9
2.3. ATE Çeşitleri	10
2.3.1. Klasik ATE	10
2.3.2. Modüler ATE.....	11
2.3.3. Standartlaştırılmış ATE.....	11
2.4. ATE’lerde Kullanılan Yazılım Dilleri	12
2.5. UUT Bakım Konsepti	13
2.5.1. Uçuş hat seviyesi bakım.....	14
2.5.2. Atölye seviyesi bakım	14

	Sayfa
2.5.3. Depo seviyesi bakım	15
2.6. ATE ve Demode Cihaz Yönetimi.....	15
2.6.1. Devam ettirilen bakım ve onarım.....	17
2.6.2. İkinci el piyasasından parça temin edilmesi.....	17
2.7. İdeal Bathtub Güvenilirlik Eğrisi.....	18
2.7.1. Bebek ölümü.....	18
2.7.2. Rastgele arızalar.....	18
2.7.3. Tükenme.....	19
2.8. Test Program Set'lerin Bileşenleri	19
2.8.1. Test yazılımı.....	20
2.8.2. Arayüz test adaptörü.....	20
2.8.3. Dokümantasyon.....	21
2.9. TPS Çeşitleri	21
2.9.1. Analog TPS'ler.....	21
2.9.2. Sayısal TPS'ler.....	21
2.10. TPS Hazırlarken Takip Edilecek Aşamalar.....	22
2.10.1. İhtiyaç analizi.....	22
2.10.2. Ön tasarım aşaması.....	22
2.10.3. Detaylı tasarım aşaması.....	23
2.10.4. Software/hardware geliştirme aşaması.....	23
2.10.5. TPS ve ITA entegrasyonu.....	23
2.10.6. Üretilen ATE'nin onaylanması.....	23

	Sayfa
2.11. Test Program'ın Yapısı	26
2.12. Hata Benzetimi.....	26
2.13. TPS üretiminde Simülatör Kullanımı.....	27
3. VERİ İLETİM YÖNTEMLERİ.....	29
3.1. Seri Veri İletimi.....	29
3.2. Paralel Veri İletimi.....	30
3.3. IEEE-488.....	31
3.3.1. Konuşmacı.....	31
3.3.2. Dinleyici	31
3.3.3. Kontrolör.....	33
3.3.4. IEEE-488 yapısı.....	34
3.4. SCSI.....	37
4. GELECEĞİN ATE'Sİ VE TEST SİSTEM MİMARİLERİ.....	38
4.1. Geleceğin ATE'si.....	38
4.1.1. Öğrenme kabiliyeti	38
4.1.2. Test stratejilerini planlama ve yürütme kabiliyeti.....	38
4.1.3. UUT modeli içerisindeki hataları doğrulama yeteneği.....	38
4.1.4. Operatöre test seçeneklerini açıklama ve tanımlama kabiliyeti.....	38
4.1.5. Operasyonel durumu belirleme kabiliyeti.....	39
4.1.6. Öğrenen ATE.....	39
4.1.7. Yazılım hatası.....	39
4.1.8. Gerçek zamanlı test stratejisi hesaplaması.....	39

	Sayfa
4.1.9. Yarı manuel operasyonlar.....	39
4.1.10. Operatör etkileşimi ve seçimi.....	39
4.2. Geleceğin Test Sistem Mimarileri.....	40
4.2.1. PC standartı.....	40
4.2.2. Modüler cihazlar..	40
4.2.3. PC standart I/O...	41
4.3. Termal Görüntüleme Yöntemi ile UUT Testinin Gerçekleştirilmesi.....	41
4.3.1. Sistemin tanımı.....	42
4.3.2. Sistemin mimarisi.	43
4.4. BUS Mimarileri.....	46
4.4.1. VXIbus ve kontrolcü özellikleri.....	46
4.5. PXI Mimari.....	50
4.6. LXI Mimari.....	52
5. GERÇEKLEŞTİRİLEN ATE'NİN YAZILIM VE DONANIMI.....	53
5.1. ATE'nin Yazılımı.....	53
5.1.1. Self test.....	53
5.1.2. UUT testi.....	53
5.1.3. Arıza giderme işlemi.....	58
5.2. ATE'nin Donanımı.....	59
5.3. Akış Şemaları.....	60
6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME.....	61
KAYNAKLAR.....	63

	Sayfa
EKLER	65
EK-1 UUT ölçüm akış şeması.....	66
EK-2 Self test işlemi akış şeması.....	67
EK-3 UUT çok konumlu anahtar akış şeması.....	68
ÖZGEÇMİŞ.....	69

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. ATE ve desteklediği hava araçları	6
Şekil 2.2. Aviyonik test sistemlerinin gelişimi	7
Şekil 2.3. UUT bakım konsepti.....	13
Şekil 2.4. İdeal bathtub güvenilirlik eğrisi	18
Şekil 2.5. TPS'i oluşturan bileşenler.....	19
Şekil 2.6. TPS'in oluşturulmasında takip edilen aşamalar.....	25
Şekil 3.1. Bir byte verinin seri iletimi.....	29
Şekil 3.2. IEEE-488 çalışma hatları.....	34
Şekil 5.1. Throttle Quadrant Grip Assy. arıza giderme ekranı	58
Şekil 5.2. Gerçekleştirilen ATE için oluşturulan donanım.....	59

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. UUT (Unit Under Test)	1
Resim 2.1. F-16 savaş uçağı ve aviyonikleri	6
Resim 2.2. Modüler ATE	11
Resim 2.3. Standartlaştırılmış ATE	12
Resim 4.1. VXIbus cihazları	47
Resim 4.2. PXIbus cihazları	50
Resim 5.1. Throttle Quadrant Asy. test ekranı	54
Resim 5.2. UHF/VHF Transmit Anahtar testi	55
Resim 5.3. Dogfight/Msl Sel. Anahtar testi	56
Resim 5.4. Manual Range/Uncage Anahtar testi	56
Resim 5.5. Radar Cursor/Enable Anahtar testi	57
Resim 5.6. Speed Brake Anahtar test ekranı	57

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
ADC	Air Data Computer
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ATE	Automatic Test Equipment
ATLAS	Abbreviated Test Language for All System
ATN	Attention
COTS	Commercial off The Shelf
DAV	Data Valid
EOI	End or Identify
GPIB	General Purpose Instrument Bus
HPIB	Hawlet Packard Instrument Bus
IBM	International Business Machines
IEEE-488	Institute of Electrical And Electronics Engineers
IFC	Interface Clear
INS	Inertial Navigation System
ISA	Industry Standart Architecture
ITA	Interface Test Adapter
LAN	Local Area Network
LRU	Line Replaceable Unit
LXI	LAN eXtensions for Instrumentation
MIL-STD-2077A	Military Standart-2077A
NRFD	Not Ready for Data
PCB	Printed Circuit Board
PCI	Peripheral Component Interconnect

Kısaltmalar**Açıklama****PXI****PCI eXtension for Instruments****REN**

Remote Enable

RF

Radio Frequency

SCSI

Small Computer System Interface

SRQ

Service Request

SRU

Shop Replaceable Unit

TPS

Test Program Set

TPSD

Test Program Set Document

TTL

Transistor Transistor Logic

USB

Universal Serial Bus

UUT

Unit Under Test

VMEbus**Virtual MEMorial bus****VXI****VME eXtension Instrumentation**

1. GİRİŞ

Günümüzde birçok ülke, ileri bir teknolojiye sahip olabilmek ve rakiplerinden daha da üstün bir konuma gelebilmek için sahip oldukları teknolojiyi sürekli geliştirmek, bunu yaparken de en yeni teknolojileri kendi sistemlerine entegre etme gerekliliği duymaktadırlar. Özellikle elektronik alanında ulaşılan gelişmişlik seviyesinin havacılık alanına uyarlanması sonucu bugünkü adı ile Aviyonik (aviation–electronic) olarak bilinen sistemler ortaya çıkmıştır [1]. Aviyonik sistemlerde kullanılmak üzere tasarlanmış olan elektronik üniteler (Unit Under Test-UUT/Line Replaceable Unit-LRU) yüksek maliyete sahip karmaşık elektronik devrelere ve yapılara sahiptirler (Resim 1.1).



Resim 1.1. UUT (Unit Under Test)

UUT'lerin arızalanmaları halinde yenileri ile değiştirilmeleri yerine daha ekonomik olan onarım yoluna gidilmektedir. Ancak yüksek işçilik ve mühendislik giderleri ile ileri teknolojiye sahip aviyonik cihazların geleneksel yöntemlerle onarılmaları çok zor, hatta çoğu zaman imkansız olmaktadır. Uzun kullanım ömrüne sahip sistemlerin test/onarımlarındaki bu tip sorunlarının önüne geçilebilmesi için uygulanan en yaygın yöntem, geleneksel onarım yöntemleri yerine Otomatik Test Cihazları (Automatic Test Equipment-ATE) kullanımıdır. ATE'ler bu tip ünitelerin test/onarım işlemlerinde insan hatasını ortadan kaldırarak test işlemlerini otomatik, çok hızlı ve güvenilir bir şekilde yapılabilmesini sağlamıştır.

ATE, bilgisayar kontrollü test donanımı ve özel bir yazılımı içermektedir. Donanım tek başına çok farklı konfigürasyonlarda olabilir. ATE'nin en önemli parçalarından biri karmaşık test cihazlarını kontrol etmek için kullanılan bilgisayardır. Bu cihazlar UUT'ye gerekli girdileri sağlayan bir test yazılımı TPS (Test Program Set) kontrolü altında çalışırlar. UUT'nin arızalı olup olmadığını tespit etmek için UUT'den gelen cevaplar ATE tarafından referans değerlerle mukayese edilir ve ölçümler sonucu ortaya çıkan arızalar, eleman bazında tespit edilerek teknisyene bildirilir.

Gerçekleştirilen tez çalışmasında, daha önceden test işlemleri manuel olarak yapılan Throttle Grip ünitesi seçilerek, test işlemlerinin otomatik olarak nasıl yapılacağı araştırılmıştır. Bu amaçla, oluşturulacak ATE için görsel açıdan kullanıcıya yardımcı olacak basit menülerden oluşmuş bir test programı, Delphi programlama dilinde yazılmıştır. Ayrıca, test edilecek ünitenin bilgisayara ve ölçü aletlerine bağlanabilmesi için bir arabirim devre tasarlanmış ve ATE oluşturulmuştur. ATE, test işlemi sonucunda test edilen üniteye karşılaştığı problemleri bilgisayar ekranından kullanıcıya bildirmekte ve sorunun hızlı bir şekilde giderilmesine imkan tanımaktadır.

Aviyonik cihazlar ve ATE'ler hakkında geçmiş yıllarda yapılan tez çalışmaları incelendiğinde; "İki Kişilik Hafif Kategoride Bir Uçak İçin Aviyonik Sistem Tasarımı" isimli tez çalışmasında, deneysel kategoride ve hafif sınıfta imal edilen bir uçak için aviyonik ve elektrik sistem tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda uçakta; seyrüsefer sistemleri, haberleşme sistemleri, durum bilgilerini veren göstergeler, ikaz sistemleri ve genel elektrik teçhizatları kullanılarak imal edilen uçağın aviyonik ve elektrik sistemi oluşturulmuştur. Ayrıca, "Aviyonik Cihazların Test Edilmesi İçin VXI Tabanlı Otomatik Test Sistemlerinin Oluşturulması" isimli tez çalışmasında ise; özellikle havacılık alanında kullanılan VXI tabanlı Otomatik Test Cihazları incelenmiş ve C-160 uçaklarının Otopilot Kontrol Paneli'nde denemesi başarı ile gerçekleştirilen

bir ATE sistemi tasarlanmıştır. Seçilen ünitelerin TPS'i hazırlanırken HP-Basic programlama dilinden faydalanılmıştır.

Tez çalışmasında; tez hakkında genel bilgi Bölüm 1'de verilmiştir. Aviyonik cihazlar ve testlerinde kullanılan ATE'ler ile Test Program Set (TPS)'ler hakkında detaylı bilgiler Bölüm 2'de yer almaktadır. Bölüm 3'te veri iletim yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir. Yeni nesil ATE'ler ve ATE'lerin bus mimarilerine ilişkin bilgiler ayrıntılı olarak Bölüm 4'te yer almaktadır. Gerçekleştirilen ATE'ye ait yazılım ve donanım bilgileri Bölüm 5'te verilmiştir. Bölüm 6'da ise yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların yer aldığı sonuçlar ve değerlendirmeler yer almaktadır.

2. AVİYONİK YAPILAR VE ATE

2.1. Aviyonik Sistemlerin Tarihçesi

Aviyoniğin gelişimi 20. yüzyılın ortalarına doğru hızlanmışsa da havacılıkta elektroniğin kullanımı daha önceki yıllara rastlamaktadır. WRIGHT kardeşlerin 1903 yılında ilk motorlu uçuşu gerçekleştirmesinin ardından, uçaklarda ilk elektronik uygulamanın temelleri atılmıştır. 1910 yılında Kanadalı J.O.A. McCurdy'nin New York'ta uçağından kablo kullanmadan sinyal göndermesi aviyoniğin başlangıcı olarak kabul edilir. Bu gelişmelerden kısa bir süre sonra patlak veren I.Dünya Savaşı uçaklara verilen önemi artırmıştır. Uçaklar, düşmanın yerinin belirlenmesinde kullanılmış, savaşın sonuna doğru geliştirilen aletlerle gece uçuşu yapmak mümkün olmuştur. Bu gelişmeler uçakların yön bulma konusunda attığı önemli bir adımdır. O yıllarda birçok pilotun hayatını kaybetmesine neden olan yön bulma sorunu, yıllar boyunca mühendislerin kafasını yormuş ve bu yüzden de önemli gelişmeler seyrüsefer konusunda gerçekleşmiştir. Savaş sonrasında uçakların yolcu taşımacılığında da kullanılabileceği fikriyle beraber havacılığa olan ilgi artmıştır. Askeri ve sivil sektör girişimcilerinin bu konuya eğilmeleri önemli gelişmeleri beraberinde getirmiştir. 1920 yılında İngiliz Kraliyet Havayolları yöneticisi Lord Trenchard'ın bombardıman uçaklarının uzun mesafeler kat etmesi gerektiğine dikkat çekmesiyle beraber, uçakların tespitinde elektronik yöntemlerden faydalanılması fikri doğmuştur. Önceleri uçak motorlarının kızıl ötesi ışınlarından faydalanılmaya çalışılmış ancak, algılayıcıların yetersizliği nedeniyle başarı sağlanamamıştır. 1935 yılında Dr.Robert WATSON ilk radarı yapmayı başarmıştır. WATSON bir katot ışını tüpü yardımıyla uçağın konumunu belirlemiş ve daha sonraki yıllarda antenlerin uçaklarda kullanılabilecek şekle getirilmesiyle, aviyoniğin havacılıktaki önemi belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. Aynı yıllarda gerçekleştirilen bir diğer önemli gelişme ise, otomatik pilot sisteminin gerçekleştirilmesi olmuştur. II. Dünya Savaşı sonrasında Almanların

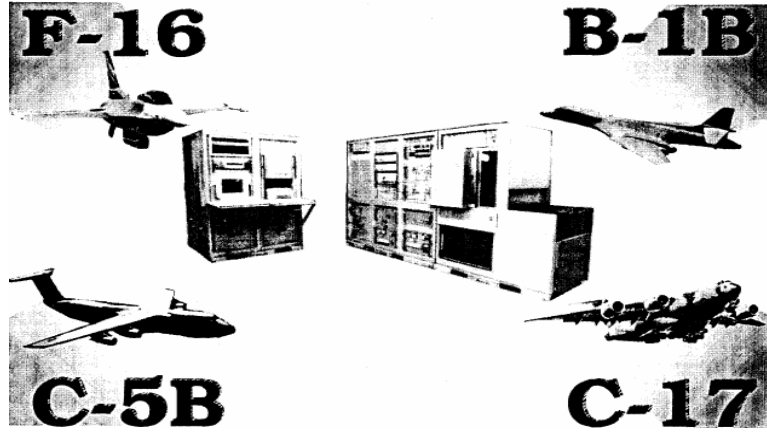
başlattığı jet motorlu uçak projeleri hızla ilerlemiş, bununla birlikte artan hızın da etkisiyle, uçaklardaki yakıt tüketimi artmış ve havada kalma süreleri azalmıştır. Bu nedenle uçakları yönlendirme işlemlerinde hataların an az düzeye indirilmesi için hassas sistemlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur.

1970'lere kadar uçakların yön bulmasında kullanılan cihazların geliştirilmesi, aviyonik sistemlerde kaydedilen en önemli gelişmelerdir. Tamamen analog ve toleransları oldukça yüksek olan aviyonik sistemler yerini zamanla daha güvenilir sistemlere bırakmıştır. Özellikle 1976 yılında GPS (Global Positioning System)'in geliştirilmesiyle seyrüsefer teknolojisinde çığır açılmış ve havacılık elektroniğinde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir [2].

Aviyonik sistemler çevre, atmosfer, pilot ve diğer uçuş sistemlerinden oluşan sistemin gömülü (embedded) birer parçasıdır. Uçağın bir parçası olarak pilot ile karşılıklı etkileşimde bulunan aviyonik sistemler, atmosfer parametrelerini ölçerek kendi işlevleri için kullanır ve hava trafik kontrol, dost / düşman unsurları ile harici sensörler, hedefler, tehditlerden oluşan dış çevre ile doğrudan ilişki kurarlar.

Modern bir uçakta aviyonikler, pilotun uçağı uçurmasında (uçuş kontrol) en büyük yardımcı techizatlardır. Ticari bir uçak için; kargo ve yolcuların bir yerden başka bir yere güvenli bir şekilde taşınması, askeri uçaklarda; seyrüsefer, keşif, haberleşme, silah, uçuş kontrol, motor kontrol ve güç kontrol sistemleri aviyonik cihazlar ile gerçekleştirilmektedir.

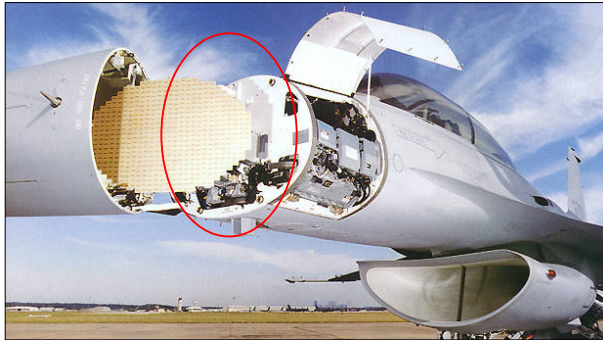
Şekil 2.1'de havacılıkta kullanılan bir ATE görülmektedir.



Şekil 2.1. ATE ve desteklediği hava araçları

Bu bağlamda, aviyonik cihazların uçuş güvenliği ile doğrudan ilişkili bir noktaya gelmiş olduğu anlaşılır. Bu da aviyonik sistemlerin onarımını ve onarım sonrasında da faaliyetinin test edilmesini son derece önemli kılmıştır.

Günümüzde aviyonik cihazlar, askeri ve sivil uçakların vazgeçilmez unsurları haline gelmiştir (Resim 2.1). Uçaklarda; seyrüsefer, keşif, haberleşme, navigasyon, uçuş kontrol, motor kontrol ve güç kontrol sistemlerinin gelişmiş aviyonik cihazlar ile kontrol edilmeye başlanması gerçekleştirilen uçuşların daha da güvenilir hale gelmesini sağlamıştır.

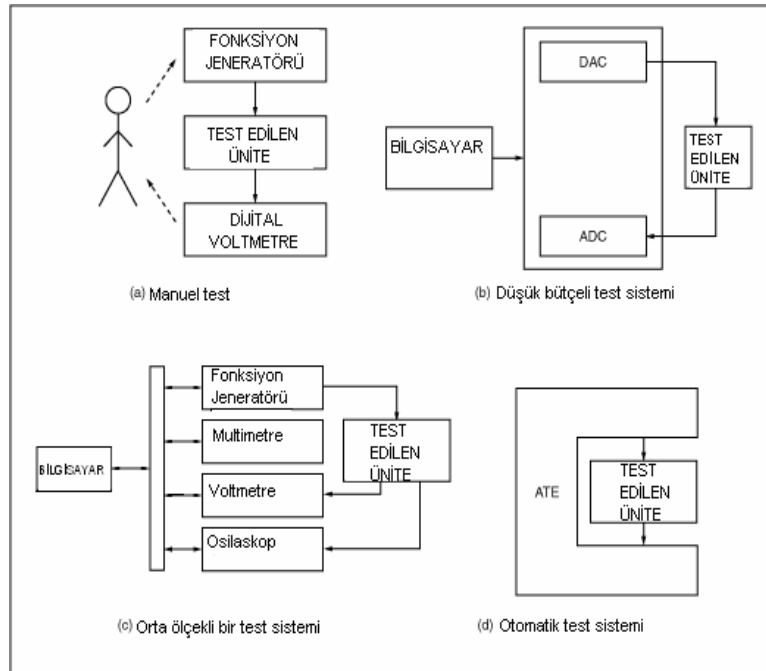


Resim 2.1. F-16 savaş uçağı ve Aviyonikleri

2.2. Aviyonik Yapıların Gelişimi

Havacılık sektöründe yaşanan olağanüstü gelişmeler, uçaklarda kullanılan aviyonik cihazlara da yansımış, bu cihazların test/tamir işlemlerinde kullanılan analog tabanlı sistemler yerini sayısal tabanlı ve yazılım kontrollü otomatik sistemlere bırakmıştır. Analog tabanlı test sistemlerinin manuel olarak çalıştırılması ve test esnasında insan tecrübesiyle orantılı cihaz test/tamir kabiliyeti sunması, uçuş güvenliği için hayati öneme sahip aviyonik cihazların faaliyet kontrollerinde bir çok soruna yol açmış, ATE'lerin kullanıma girmesi ile bu sorunlar tamamen giderilmiştir.

Şekil 2.2. aviyonik yapıların günümüze kadar uğradığı değişimi temsil etmektedir. Şekilden de anlaşılacağı üzere, başlangıçta operatöre bağımlı olan test düzeneği, bu alanda yaşanan gelişmeler sonucu, bir çok farklı UUT'yi test edebilen tam otomatik test sistemleri halini almıştır.



Şekil 2.2. Aviyonik test sistemlerinin gelişimi

Aviyonik yapıların gelişimi üç ana başlık altında toplanabilir; Bağımsız (Analog) aviyonik yapı (1940-1950'ler), Federe aviyonik yapı (1960-1970'ler), Entegre Aviyonik yapı (1980-1990'lar).

2.2.1. Bağımsız aviyonik yapı

Bağımsız aviyoniklerden oluşan yapıda her bir işlevsel alan için tanımlanmış ayrı sensörler, işlemciler ve göstergeler mevcut olup, aralarındaki iletişim haricen çekilmiş kablolar ile sağlanır.

2.2.2. Federe aviyonik yapı

Federe Aviyonik yapı bugün uçmakta olan pek çok uçakta halen mevcuttur. Kaynakların paylaşımı (entegrasyon) bilgi zincirinin en son halkası olan kontrol ve gösterge sistemleri için söz konusudur. Seyrüsefer ve uçuş kontrol gibi düşük band genişlikli fonksiyonları yerine getirmek üzere standart işlemcilerin kullanıldığı ve UUT olarak adlandırılan ayrı ünitelerden oluşan bir yapı kullanılır. Mil-Std-1553B (Aviyonik Veri Yolları Askeri Standartı) gibi zaman paylaşım ve çoklu (multiplexed) bir veri yolu ile sistemlerin birbirine bağlandığı bu yapı, fiziksel entegrasyonu ile ileride yapılabilecek bir tadilatı kolaylaştırır. Bu yapıda genel olarak, sensörlerle ilgili işlevler (Radar, Inertial Navigation System-INS gibi) ayrı sensör bilgisayarlarınca, uçağın görevine ilişkin fonksiyonlar merkezi bir görev bilgisayarı tarafından, kokpitteki pilot-uçak arayüz kontrol ve gösterge fonksiyonları ise yine ayrı bir gösterge ve semboloji üreteç bilgisayarı tarafından yerine getirilir. Federe yapı alt sistemlerin, farklı üreticiler tarafından minimum koordinasyonla ve bağımsızca geliştirilmesi fırsatını verir. Çoğu kez, hazır veya çok az bir modifikasyon uygulanan alt sistemler, rahatlıkla mevcut platformdan başka bir platforma adapte edilebilir. Herhangi bir alt sistemde yapılan bir değişikliğin diğer alt sistemler üzerinde ters etki yapma ihtimali çok az olduğu için diğer alt sistemlerin kontrol test gereksinimleri minimum düzeyde

olup, değişikliklerin onaylanmasını daha da kolaylaştırır. Federe yapının bazı sakıncaları da mevcuttur. Her bir alt sistem kendi işlevini yerine getirebilmek için gerekli tüm işlemci ve sensör birimleri ile ara bağlantı elemanlarını kendi bünyesi içerisinde bulundurmak zorundadır ve bu da sistemler arasında kullanılan benzer katmanların sık sık tekrarlanması anlamına gelir. Diğer bir ifadeyle, kapasitesinin çok altında kullanılan herhangi bir alt sisteme ait kaynaklar, başka bir alt sistem tarafından kullanılamaz ve sistemin hacmi, ağırlığı ve güç tüketimi artar. Federal yapının başka bir sakıncası ise, alt sistemler arasındaki bilgi alış verişinin kolaylıkla yapılamamasıdır. Federe alt sistemler, veri yollarıyla birbirine bağlanmak suretiyle entegre edilebilir. Fakat bu şekildeki üst düzey bir entegrasyon dahi, oluşturulan sistemin hantal olmasını engelleyemez.

2.2.3. Entegre aviyonik yapı

Federe sistemlerin sınırlamalarının üstesinden gelebilmek için, entegre aviyonik mimariye doğru bir yönelim olmuştur. Bu tipteki yapılarda, alt sistemlerin yazılım ve donanım kaynakları birleştirilir. ‘Entegre Sayısal Aviyonik’ ve ‘Pave Pillar’ mimarisi olarak da adlandırılan entegre aviyonik yapının bakım ihtiyaçlarını azaltması, gerçek zamanlı olarak yeniden sistem konfigürasyonuna olanak tanınması ve ortak modüllerin kullanımı ile maliyetin azaltılması gibi avantajları vardır.

Bu yapıda genel olarak radar, INS (Inertial Navigation System) veya ADC (Air Data Computer) gibi tek başına, ayrıık sistemler bulunmaz. Uçağın değişik bölgelerine paylaşımlı olarak kullanılmak üzere RF (Radio Frequency), seyrüsefer, elektro-optik, kızıl ötesi sensör elemanları ve antenler yerleştirilirken veri ve sinyal transferleri için ortak entegre işlem modülleri bulunur. Kokpit kontrol panelleri ile göstergelerin paylaşımı federe yapıda olduğu gibidir. Entegrasyonun bir faydası da birbirleriyle çok ilintili fonksiyonlar arasındaki iletişimin çok daha kolay ve hızlı bir şekilde

yapılabilmesine olanak tanımasıdır. Entegrasyonun getirdiği en önemli sorun sistem karmaşıklığıdır. Bu nedenle federe ve entegre yapıların bir karışımı olarak karma (hibrid) aviyonik yapılar da ortaya çıkmış ancak, son yıllardaki bilgisayar yazılımı alanındaki gelişmeler, ara katman (middleware) yazılımların kullanımı ile giderilmeye çalışılmıştır [3].

2.3. ATE Çeşitleri

ATE kullanım amacına göre üç sınıfta incelenebilir:

1. Klasik ATE
2. Modüler ATE (MATE)
3. Standartlaştırılmış ATE

2.3.1. Klasik ATE

Klasik ATE sistemi, sayısı genellikle birden fazla olan test cihazları ve bu sistemi kontrol eden bir bilgisayar ile oluşturulmuş sistemlerdir. Kullanılan cihazların büyük boyutlu ve eski teknolojiye sahip olmaları bu tip ATE'lerin lojistik olarak desteklenilmesi zor, genişletilmesi mümkün olmayan, test kabiliyetleri sınırlı ve UUT test süreleri uzun olan sistemler haline gelmelerine sebep olmuştur. Ayrıca, ölçüm sonuçlarının operatör kararına/yorumuna açık olması nedeniyle test güvenilirliği düşüktür. İşlemlerin manuel olarak gerçekleştirilmesi nedeniyle test süresi oldukça uzundur. Arıza teşhis kabiliyetinin operatöre bağlı olması ve daha fazla test set gerektirmesi nedeniyle birim ünite başına düşen eğitim ihtiyacı daha fazladır. Özel amaçlı tasarlanmış olmaları (unique) ve kendisini test etme imkanının kısıtlı olması nedeniyle test cihazlarının idamesi, geliştirilmesi ve diğer sistemlerde kullanılma olanakları oldukça sınırlıdır .

2.3.2. Modüler ATE

Klasik ATE'lerdeki kurulum ve taşınma problemlerini gidermek için tasarlanmış sistemlerdir. Kolaylıkla yer değiştirilebilir ve desteklenebilir sistemler olması amaçlanmıştır. Klasik ATE'nin desteklenmesinin zorluğu daha modüler bir yapıda olan ATE sistemlerinin tasarlanması fikrini ortaya çıkarmıştır. Bu sistemlerin oluşturulabilmesi için çeşitli standartlar belirlenmiş ve daha sonra tasarlanan tüm sistemler bu temeller üzerine oturtulmuştur. Modüler ATE ilk olarak A.B.D. de kullanılmış ancak; yüksek maliyeti, esnek bir yapıya sahip olmaması ve teknolojik ilerlemelere ayak uyduramaması nedeniyle fazla başarılı olamamıştır. Resim 2.2.'te modüler ATE görülmektedir.



Resim 2.2. Modüler ATE

2.3.3. Standartlaştırılmış ATE

Açık mimari özelliğine sahip ATE sistemleridir (Resim 2.3). Bu sistemler sürekli geliştirilebilir ve değişen şartlara cevap verebilecek hale kolayca getirilebilirler. ATE'ler elektronik endüstrisinde olduğu gibi kendi içerisinde sürekli olarak belirli standartlar ortaya koymuş ve bunların üzerinde ilerlemiştir. Bu standartlar en iyi donanım ve yazılımı seçme imkanı ile sistemi daha kolay geliştirme ve destekleyebilme avantajını sağlamıştır. Bu yapı açık

mimari özelliğine sahip bir ATE sistemi tasarlanmasına yardımcı olmuş ve oluşturulan test altyapısının sürekli gelişime açık tutulması imkanını sağlamıştır [4].



Resim 2.3. Standartlaştırılmış ATE

2.4. ATE’lerde Kullanılan Yazılım Dilleri

ATE’lerde kullanılan bilgisayarlarda ATLAS, C, Ada vb. dillerde yazılan test programları kullanılabilir. ATE bünyesinde kullanılan ölçüm cihazları bilgisayar tarafından yönlendirilerek testi gerçekleştirilen UUT’nin daha önceden belirlenmiş uygun noktalarından gerekli ölçümleri alır. Hazırlanan test yazılımı aracılığı ile ölçümlerin sonuçları analiz edilir ve olası arızaların sebepleri belirlenir. Ayrıca, ATE teknisyene değiştirilmesi gereken arızalı parçanın yerini gösterir.

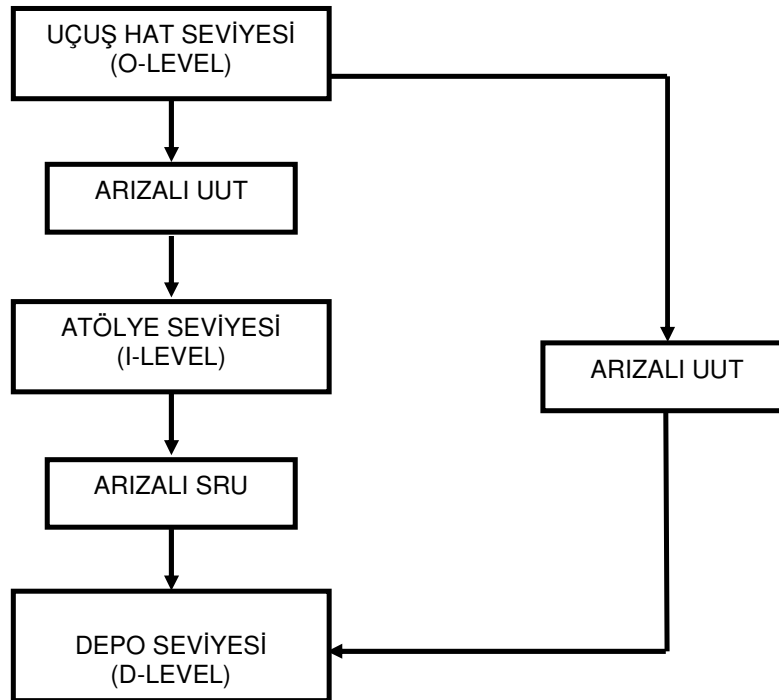
ATE’ler de kullanılan en yaygın yazılım dillerinden birisi de ATLAS (Abbreviated Test Language for All Systems)’tır. ATLAS, 30 yıldan daha fazla süredir gerek askeri gerekse ticari aviyonik sistemlerin test ihtiyaçlarını gidermek amacıyla kullanılan temel yazılım dilidir. ATLAS günümüzde de askeri aviyonik test sistemlerinin tasarlanması maksadıyla kullanılmaktadır.

ATLAS'ın en önemli özellikleri; okunabilir bir test dili olması, sadece test edilecek cihaza (UUT) göre oluşturulan testleri tanımlaması ve herhangi bir test sistemi veya cihazından bağımsız olarak çalışması nedeniyle, askeri ve ticari aviyonik sistemlerde uzun süre kullanılmaya devam edecek olmasıdır.

IEEE 716 ATLAS ise, 1995 den beri “Tüm Sistemler için Standart Test Dili” olarak resmi bir standarttır. ATLAS dilinin önceki sürümlerinin geliştirilmesi ile elde edilmiştir. Grafik tabanlı ticari dillerin geliştirilmesi ile yeni geliştirilen sistemlerde kullanım oranı azalmaktadır.

2.5. UUT Bakım Konsepti

Uçakta arızaya sebep olan UUT'nin biran önce faal hale getirilmesi büyük önem taşır. Soruna neden olan UUT, Şekil 2.3'te belirtildiği gibi, çeşitli seviyelerdeki bakım aşamalarından geçerek faaliyetinin sağlanmasına çalışılır.



Şekil 2.3. UUT bakım konsepti

2.5.1. Uçuş hat seviyesi bakım (Organizational (O)-Level)

Bu kapsamda yapılan bakım ve onarım işlemleri sadece uçuş hatlarında gerçekleştirilir. Uçuş hatlarındaki en önemli husus uçağın her an uçuşa hazır olması gerektiğidir. Bu nedenle uçak üzerinde bulunan arızalı durumdaki UUT'ler genellikle faal olan başka bir UUT ile değiştirilir.

Yeni nesil savaş uçaklarında bulunan aviyonikler, bu tür bakım onarım işlemlerinin daha kolay yürütülebilmesi için modüler bir yapıda tasarlanmıştır. Bu da UUT'lerin uçaktan sökülüp tekrar takılmaları işlemini daha kolay ve kısa zamanda yapılabilen bir işlem haline getirmiştir.

Uçuş hattındaki uçaktan sökülen arızalı UUT, arızanın giderilmesi için ilgili atölyeye gönderilir. Eğer uçak üzerinde arızaya neden olan UUT tespit edilememiş ise, uçuş hattı görevlileri söz konusu arıza için üzerinde TPS (Test Program Set) bulunduran taşınabilir test cihazları da kullanabilir. Uçuş hatlarında kullanılan ATE'ler genellikle küçük, kolay taşınabilir ve ağır çevresel şartlara dayanabilecek şekilde tasarlanırlar.

2.5.2. Atölye seviyesi (Intermediate (I)-Level) bakım

Bu tür bakımlar, hava üslerinde uçuş hatlarına mümkün olan en yakın mesafede olacak şekilde konuşlandırılmış olan atölyeler tarafından icra edilir. Burada kullanılan ATE'ler uçuş hatlarındakilere göre daha büyük ve çok amaçlı cihazlardır ve uçuş hatlarındaki ATE'ler kadar çevresel koşullara dayanıklı olmalarına gerek yoktur. Atölye seviyesi testlerde, UUT'lerin arızalarının tespit edilmesinin yanında performansları da incelenebilir.

Atölye seviyesinde kullanılan TPS'ler UUT içerisinde bulunan arızalı SRU'ların (Shop Replaceable Unit) tespit edilmesinde kullanılır. Arızalı olduğu tespit edilen SRU bir sonraki seviye olan depo seviyesine gönderilir.

2.5.3. Depo seviyesi (Depot (D)-Level) bakım

Depo seviyesi bakım, belirli çevresel koşullara ve hassas limitlere sahip özel ekipmanlarla donatılmış bina ya da laboratuvarlarda gerçekleştirilir. Buralarda kullanılan test cihazları karmaşık bir yapıya sahip, çok amaçlı ve belirli sıcaklık/nem oranları içerisinde çalışabilen hassas cihazlardır. Bu seviyede laboratuvara gelen arızalı SRU'ların testleri yapılarak sorunun nereden kaynaklandığı tespit edilir. Bu işlemden sonra teknisyenler buldukları arızayı gidermeye çalışırlar. Arızası giderilen SRU, ilgili UUT'ye monte edilmek üzere I-LEVEL atölyeye gönderilir. Atölyede faaliyeti sağlanan UUT ise uçağa monte edilmek üzere uçuş hattına verilir .

2.6. ATE ve Demode Cihaz Yönetimi

Bugünün ATE'sinde karşılaşılan en büyük problem, yeni alanlarda daha yüksek test kabiliyetlerine ulaşmak için gelişen teknolojinin kullanılabilmesinin yanı sıra, demode cihaz yönetimi ve 20 yıldan fazla kullanım ömrü olan yeni ATE'lerdir. Silah sistemlerindeki sürekli gelişim ve periyodik bakım yönetimi, silah sistemlerinin ömürlerinin 20 yıldan daha da uzun bir süreye çıkarılmasını ve ATE sistemlerinin bu süre boyunca tedarik edilebilmesini sağlamıştır. Geleceğin ATE'si, şu anda karşı karşıya bulunulan problemin gelecekte de devam etmesine engel olacak bir demode cihaz yönetimine (obsolescence management) sahip olmalıdır [5].

Test sistemleri için demodeleşme yönetimi bir zorunluluktur. Şu an mevcut birçok test sistemi tek ve/veya patentli teknolojilere dayanmaktadır. Eski sistemlerin bakımı ve geliştirilebilmesi için kalıcılığının sağlanabilmesi çok masraflı olmaktadır. Eski test sistemlerinin çoğu servis sürelerinin sonuna gelmiş olup bakımları ekonomik değildir. Test sistemlerine harcanan kaynaklar yeni sistemlerin geliştirilmesini engelleyecek ve sahip olunan silah sistemlerini elde tutmak için sürekli bir mücadele verilecektir.

Demode cihaz yönetimindeki önemli unsurlardan bir diğeri ise COTS (Commercial-off-The Shelf/Hazır Ticari Ürün) cihazının mevcut bir ATE sistemine entegre edilmesidir. Ancak bu işlem oldukça zordur ayrıca, yeni cihazın uyum sağlayabilmesi için yapılması gereken değişiklikler nedeniyle, test istasyonunun test yazılımının da yeni cihazın doğru çalıştığını onaylayacak şekilde modifiye edilmesi gerekir. Bu maliyeti önemli derecede artıran unsurlardan biridir ve genellikle yüzlerce küçük test programının ayrı ayrı yeniden test edilmesini gerektirir.

Test kabiliyetini askeri silah sistemlerinin uzun ömürleri boyunca muhafaza etmek için büyük bir finansal sorumluluk gerekmektedir. Neticede eskimeye ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak bu özel kabiliyeti yitirmemek için yapılması gereken bakım faaliyeti çok büyüktür ve ATE hedef bakım elemanıdır. Bu bakım işleminin odaklandığı nokta genelde fonksiyonunu yerine getiremeyen ya da eskimiş donanımların değiştirilmesi işlemidir. Ancak bu bakım işleminin maliyeti sadece test istasyonunun donanım ve yazılımını değiştirmekten daha da pahalıya mal olmaktadır.

TPS'lerinin ana maliyet faktörlerinden birisi de, bu işlemin bazen TPS'lere yapılan yatırım kadar masraflı olmasıdır. TPS yatırımdan etkilenen elemanlar arasında; test programları, UUT arayüz test adaptörleri, UUT test konnektörleri (holding fixtures), kablolar ve dokümanlar yer alır. Bu liste çok kapsamlı olmasa da, bir ATS bakımında ele alınması gereken temel elemanları belirlemektedir [6].

Bugün demodeleşmeyle mücadele etmek için birçok yöntem uygulanmakta olup, en çok uygulanan metotlar aşağıda belirtilmiştir.

2.6.1. Devam ettirilen bakım ve onarım

Bu yaklaşımda ATE, kurumun kendi imkanları ile ya da dış kaynaklar tarafından bakım/onarımı yapılır ya da yaptırılır ve genellikle oldukça pahalı bir çözümdür. Bu çözüm (devam ettirilen bakım ve onarım), bakım için çok yüksek ve sürekli artan ücretler ödenmesine rağmen sistemlerin ömürlerinin kısa olması nedeniyle, fonksiyonel olarak etkisizdir.

2.6.2. İkinci el piyasasından parça elde edilmesi

Bu durum, değiştirilen ikinci el parçanın yerine geçtiği eski parçadan daha dayanıksız olabileceğinden dolayı risklidir. Bunun nedeni; birçok cihaz arızasına da sebep olan, cihazın ömrünü tamamlamaya yakın olduğu anlarda cihaz içerisindeki elemanların kullanım ömürlerini tamamlamasıdır (elektrolitik kapasitörlerdeki fiziksel değişimler vb.). Kullanılmış cihazlar eğer değiştirildikleri cihaz ile aynı tarihte üretilmişler ise aynı sorunlarla karşılaşma olasılığı da yüksektir.

Sonuç olarak, demode olmuş bir ATE'den yeni nesil bir ATE'ye test programı ve donanım aktarmak sanıldığı kadar basit değildir. Teknolojinin test konusunda son 30 yılda önemli gelişmeler kaydettiği tartışılmazdır. Bugün; hız, genel performans ve yazılım araçları ilk ATE'nin ortaya çıktığı 20-30 yıl öncesine göre çok daha karmaşık bir yapıya sahiptir. ATE'ler kullanım ömürlerinin sonuna doğru yaklaşıldığında, destekledikleri programların hala yaşayacak uzun bir ömrü olması sebebiyle, eskimiş ürünlerin yeni nesil ATE'lerle değiştirilmesi, ATE'lerin görüldüğünden daha karmaşık yapıda olmasından dolayı oldukça güçtür. Örneğin; yüksek voltaj teknolojisi, bilgisayar destekli mühendislik verisinin eksikliği, parametrik test ihtiyaçları ve diğer birçok özellik yeni ve güçlü ATE'lerin yeniden üretilmesinde önemli bir engeldir [7].

2.7. İdeal Bathtub Güvenilirlik Eğrisi

Şekil 2.4.'te gösterilen İdeal Bathtub güvenilirlik eğrisi, sistem üzerinde meydana gelen arızanın zamana göre çizildiği bir grafikdir ve zaman içinde üç bölge ile tanımlanır.



Şekil 2.4. İdeal bathtub güvenilirlik eğrisi

2.7.1. Bebek ölümü (Infant mortality)

Arıza oranının keskin bir şekilde düştüğü başlangıç bölümüdür. Arızalar genellikle standart dışı eleman kullanımı ya da üretimdeki kalite eksikliğinden kaynaklanır.

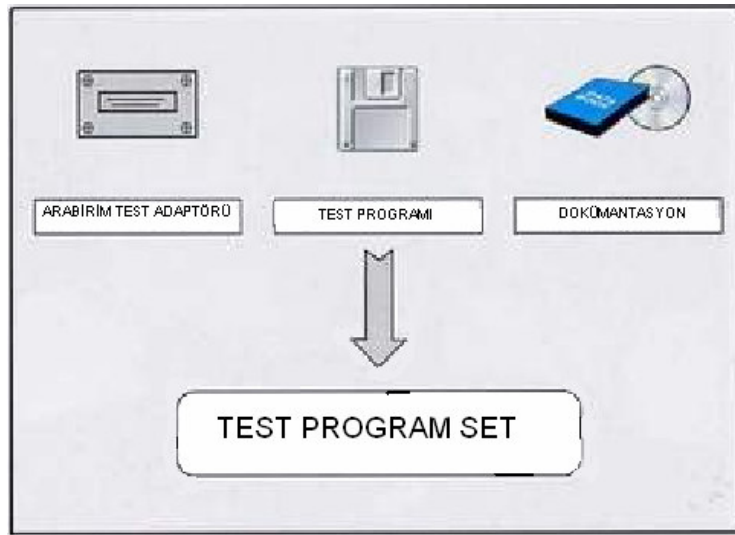
2.7.2. Rasgele arızalar (Random failures)

Rasgele arızalar ürünün tüm kullanım ömrü boyunca sabit oranda meydana gelirler. İdeal olarak, tasarımı iyi olan bir üründe arızalar genellikle yanlış taşıma ya da kazalar gibi ürün dışındaki etkenlerden meydana gelir. Rasgele arızalar (Random Failures) birinci periyot (Infant Mortality) sonu ile üçüncü periyot (Wear Out) başı arasında baskındır. Bu periyot aynı zamanda ürünün “kullanışlı ömür” (useful-life) bölgesi olarak da adlandırılır.

2.7.3. Tükenme (Wear out)

Kullanım ömrünün sonuna gelmiş olan ürünlerin sık sık arıza çıkarması ve buna bağlı olarak artan arıza oranının belirtildiği bölgedir [8].

2.8. Test Program Set (TPS)'lerin Bileşenleri



Şekil 2.5. TPS'i oluşturan bileşenler

TPS'ler, UUT'nin ana sistemden bağımsız bir şekilde test edilerek arızasının tespit edilmesi olanağı sunarken, operatör hatalarını asgari seviyeye indirerek kısa sürede testi sonuçlandırma imkanı vermektedir. 5 Şubat 1987 MIL-STD-2077A baskısına göre, TPS oluşturan üç adet bileşen; Test Yazılımı, Arayüz Test Adaptörü (Interface Test Adapter-ITA) ve Dokümantasyon (Test Strateji Dokümanı, Akış Diyagramları, Kaynak Kodu, Arayüz Test Adaptörü Üretim Dokümanları, Operatör El Kitabı, vb.) olarak sıralanmaktadır [9]. Şekil 2.5.'te TPS'i oluşturan bileşenler görülmektedir.

2.8.1. Test yazılımı

ATE'ler test/ölçüm işlemlerini bilgisayar destekli ve özel bir yazılım eşliğinde yaparlar. Bu işlemler gerçekleştirilirken TPS ve uygulama test programları kullanılır [10]. Uçak üzerinde kullanılan her bir aviyonik cihaz için farklı bir yazılıma ihtiyaç vardır. Bilgisayar test programı, ATE'ye kılavuzluk etmek ve UUT içerisindeki bozuk bileşeni belirlemek için kodlanmış komut dizilimini içermektedir. Test yazılımı geliştirilmesinde, TPS yazılım geliştirme ortamı olarak nitelendirilen bir dizi araç gerekmektedir. Bunlar ATE/UUT simulators ve ATE/UUT tanımlama dilleri gibi programlama araçlarını kapsar. Bu komutlar, UUT'ye uyarı sağlamak, ölçüm yapmak ve ölçüm sonuçlarını geri göndermek üzere talimat verir ve sonuçların önceden tanımlanan limitler içerisinde olduğunu görmek için kontrol eder.

Eğer UUT'nin faaliyet kontrolü, gerçekleştirilmekte olan testler tarafından sonuçlandırılmaz ise, Test Program Set bir diğer programı çalıştırır ve sonuçları operatöre gösterir.

2.8.2. Arayüz test adaptörü (Interface Test Adapter-ITA)

UUT'ler farklı bağlantı noktası ve giriş/çıkış portuna sahiptir. Bu yüzden UUT ile ATE arasındaki iletişim, her iki birimi birbirine fiziksel olarak bağlayan ve ATE'nin farklı noktalardan uyguladığı sinyalleri UUT'nin ilgili I/O (giriş/çıkış) uçlarına yönlendiren ITA (Interface Test Adapter- Arayüz Test Adaptörü) tarafından gerçekleştirilir. Arabirim aygıtı, ATE ve UUT arasındaki elektriksel ve mekanik bağlantıları sağlar. Aynı zamanda bazı sinyal düzenlemelerini de gerçekleştirerek ATE'nin kabiliyetini artırır.

Test edilecek her bir aviyonik cihaz için farklı tipte ITA tasarlanabildiği gibi genel amaçlı ITA'larda tasarlanabilmektedir.

2.8.3. Dokümantasyon

Test Program Set Dokümanı (TPSD) işlemsel düzenlemeleri belirlemek, ATE üzerindeki UUT'nin hata teşhisleri ve hata algılamalarını gerçekleştirmek için hazırlanmış yazılı bilgiyi içermektedir. Ayrıca operatör komutları, program akış algoritmaları, şemalar ve toplu çizimler de TPSD'larda bulunur.

2.9. TPS Çeşitleri

2.9.1. Analog TPS'ler

Analog elemanlardan meydana gelmiş olan cihazlar ya da kartların testi için genel olarak analog işaret üreteçleri, osilaskop, multimetre, spektrum analizörü ve network analizörü gibi yapılar kullanılır. Bu tür UUT'lerde test için ortaya çıkan hata sayısı göreceli olarak düşüktür. Yazılan TPS'ler genel olarak fonksiyonel testin arkasından test noktasından alınan ölçümleri takip eder ve hatalı birim ya da elemana yönlendirilmiş son test noktasından alınan kararlar tamamlanır. Analog UUT'lerde dışarıdan erişilen gözlem noktasının genellikle az olması, ATE'lerde eş zamanlı birden çok ölçüm sağlayacak sayıda uyarım veren ve alınan cevabı okuyan cihazların bir arada bulundurulamaması, elde edilen ölçüm noktası değerlerinin henüz paralel olarak işlenmesindeki zorluklar, otomatik bir TPS uyarlayıcısının geliştirilmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle TPS tasarımcısı geleneksel olarak adım adım irdelemeye dayalı, uzun bir algoritmik yapıya sahip kod sistemi kullanarak TPS'i yazmak zorunda kalmaktadır.

2.9.2. Sayısal TPS'ler

Sayısal elemanlardan oluşan cihazlar/kartlarda; gözlem noktası sayısının fazla oluşu, analog yapılara göre daha kolay gözlenebilme fırsatı vermektedir. Ancak çok sayıda elemanın toplu halde bulunması, her bir elemanın analog

benzerlerine göre daha fazla sayıda bağlantı noktasına sahip olması, bu tip cihazlar için TPS oluşturulmasını zorlaştıran unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Ortalama 100 elemandan (entegre devre) oluşan bir sayısal kartta 3000-4000 tane hata benzetimi ortaya çıkabilmektedir. Algoritma kullanılarak yazılan bir kodlamanın kullanılması durumunda bir TPS'in 1-1.5 saatlik bir çalışma süresi olacaktır. Bu durumda, ortalama programın çalışma süresi 0.5 saat sürse bile, bütün hataların test edilmesi için gereken süre en az 1500 saat olur ki buda 6 aylık çalışma süresidir. Genel olarak güvenilirlik açısından bu süreye ilave %50'lik bir artışta eklenirse çalışma süresi 9 aya kadar çıkacaktır. Görüldüğü gibi kod yazılımı süresine ek olarak TPS'in güvenilirliğini garantilemekte istenirse oldukça fazla zamana ihtiyaç olmaktadır. Şüphesiz bu süre ticari anlamda kabul edilemez. Buna ek olarak, program süresinin uzunluğu ve operatörün müdahalesine ihtiyaç duyulması durumunda operatör hatasından kaynaklanacak geriye dönüşler diğer bir sıkıntı kaynağı olacaktır [11].

2.10. TPS Hazırlarken Takip Edilecek Aşamalar

2.10.1. İhtiyaç analizi

Bu kısımda, ATE ve UUT'nin donanımsal verileri incelenerek UUT'nin nasıl test edilmesi gerektiği belirlenir. Daha sonra oluşturulan ATE'nin, UUT ile uyumluluğunun sağlanması için gerekli koşullar ortaya konur. Bu aşamadan sonra risk analizi yapılarak ATE ile UUT'nin iletişimini sağlayacak olan ITA için planlar yapılır. Bir sonraki adımda ise TPS geliştirme planları hazırlanır.

2.10.2. Ön tasarım aşaması

Bu bölümde, ilk olarak UUT için performans test stratejisi geliştirilir. Tasarlanacak olan ATE için hata analizleri yapılır. Bu aşamadan itibaren ITA arayüzü tamamen tanımlanmış ve ön tasarımı yapılmış olmalıdır. Ayrıca bu

bölümde tasarlanan ATE için güvenilirlik ve onarılabilirlik analizleri de gerçekleştirilir.

2.10.3. Detaylı tasarım aşaması

UUT'nin hangi özelliklerinin test edileceği ve bu testlerin hangi iletişim noktalarından yapılacağı gibi detaylı tasarım stratejileri bu kısımda incelenir. Benzer biçimde, ITA için detaylı analizler yapılır. Bu amaçla, UUT'nin hangi noktalarından ne tür bilgiler alınacak ise o bilgilere erişim için ihtiyaç duyulacak aktif veya pasif elemanlardan oluşmuş bir devre tasarlanır. Ayrıca kullanılacak TPS için gerekli plan ve prosedürler belirlenir ve donanımı oluşturmak için ihtiyaç duyulan devre elemanları sipariş edilir.

2.10.4. Software/hardware geliştirme aşaması

UUT ve ITA için kullanılabilecek programların (ATLAS, Ada, Hp-Basic vb.) kodu oluşturulur. Daha sonra bu program derlenerek (compile) simülasyonlar geliştirilir ve doğruluğu test edilir.

2.10.5. TPS ve ITA entegrasyonu

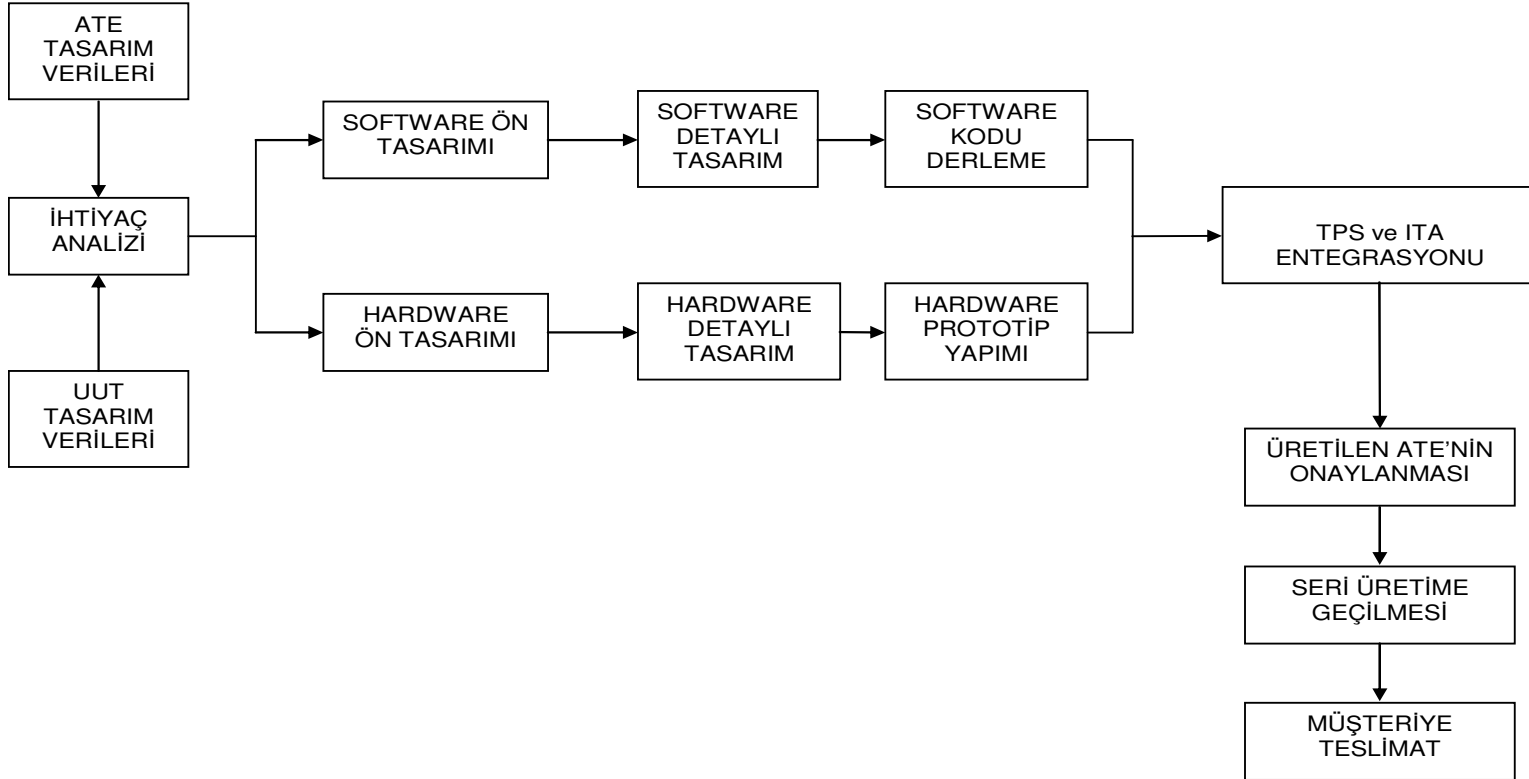
Bu aşamada oluşturulan yazılım (software), donanıma (hardware) entegre edilir ve ilk ATE prototipi üretilir. Gerçekleştirilen bu entegrasyonun uyumlu çalışabilmesi için prototip üzerinde çeşitli testler yapılır.

2.10.6. Üretilen ATE'nin onaylanması

Üretilmiş olan ATE'nin kullanıma geçebilmesi için üzerinde ITA Self Testi, UUT Performans Testi gibi değişik testlerin uygulanması ve ATE'nin bu testlerin tamamında istenilen performansı göstermesi gerekir. Test esnasında tespit edilen hatalar düzeltilir ve edinilen bilgiler ışığında Test Strateji Raporu

ve TPS Test Plan ve Prosedürleri güncellenir. Şekil 2.6.'da TPS'in oluşturulmasında takip edilen aşamalar görülmektedir.

Bu işlemler tamamlandıktan sonra oluşturulan ATE kullanılabilecek duruma gelmiştir ve satışa hazır hale getirilerek seri üretimine geçilebilir .



Şekil 2.6. TPS'in oluşturulmasında takip edilen aşamalar

2.11. Test Program'ın Yapısı

Test programının yapısı tasarlanırken yapılması gereken iki önemli iş vardır; ilk olarak özel testler taslanmalı ve bu testler UUT'nin algılanabilir tüm hatalarını tespit edebilmelidir. İkinci aşamada ise hatayı doğru şekilde izole etmek için en iyi test sıralaması belirlenmelidir. Testlerin geliştirilmesi, hata algoritmalarını ve hata izolasyonlarını sağlamak üzere ihtiyaç duyulan tüm gereksinimlerin karşılanması işlemleri ise TPS tasarım mühendislerinin yeteneğine bağlı olmaktadır.

Test yazılımının yapısı normal olarak grafiksel akış diyagramları ve hata ağaçlarının kullanımı ile gösterilir.

Hata ağacındaki her test ve bağlantının bir karar noktası olduğunu görmek ve yazılımı bu doğrultuda yönlendirmek önemlidir .

2.12. Hata Benzetimi

TPS geliştirilmesi sırasında elemanlara ilişkin hata benzetimleri kullanılır. Her bir hata benzetimi elemanın üzerinde ortaya çıkabilecek fonksiyonel bozulma durumunu yansıtmalıdır. Örneğin bir diyot için açık devre ya da kısa devre benzetimi kullanılabilir. Kart üzerinde hata benzetimi karta zarar vermeden yapılmak zorundadır. Analog yapılar için seçilen benzetimler bacaklar arası açık devre veya kısa devre bazen de her ikisinin birleşimi şeklinde elemana bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bir yükselteç göz önüne alındığında, yüksek frekans testi sırasında giriş için açık devre benzetimi tek başına yeterli olmayabilir, bunun yerine giriş işaret yolu üzerinde açık devre iken kuplajın olmaması durumu için aynı zamanda kısa devre yapılmak zorunda kalınabilir.

Sayısal yapılarda fonksiyonel bozulma genel olarak çıkışların sayısal "1" ya da "0" konumunda kilitli kalması, girişlerin ise açık devre olması şeklinde benzetilmektedir. Ancak bu durum hızlı anahtarlama durumları olduğu bacaklarda

çoğunlukla TTL (Transistor-Transistor-Logic) uyumlu olsa dahi CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) yapılar için yeterli olmamaktadır.

Hata ağacı karar noktasında mevcut olan hareket tarzlarından 3 unsur yer almaktadır. Hatalı bileşen bilgisi UUT'nin tam fonksiyonel olduğunu bildirir ve sonraki testi seç bilgisini verir. TPS tasarım safhası boyunca mühendis mümkün olan test sonuçlarından olabilecek her iki sonuç için geçti/geçmedi hareket tarzlarından birini seçer. Seçim genellikle isteğe bağlıdır. Çoğu hata ağacı, tasarımcısının tanımlama tecrübesi ve UUT'yi deneysel olarak analiz etmesi sonucu şekillenmektedir.

Tasarımcı, bileşenlerin güvenilirliğini ve özel test zamanlarını, hata ağacını en kısa zamandaki test süresi içerisinde gerçekleştirebilmek için gerekli düzenlemeleri yapmalıdır. Güncel TPS'lerin karakteristikleri bilgisayar kodu içerisinde belirleyici hata ağaçlarının tamamlanması ile direkt olarak bağlanabilir. Hata ağacı tasarımı için deneysel metodların kullanımı bir çok hataya neden olduğundan, bu işlem TPS tasarımcısının tecrübe ve kabiliyeti ile orantılı bir TPS yapısı ile sonuçlanır.

2.13. TPS Üretiminde Simülatörlerin Kullanımı

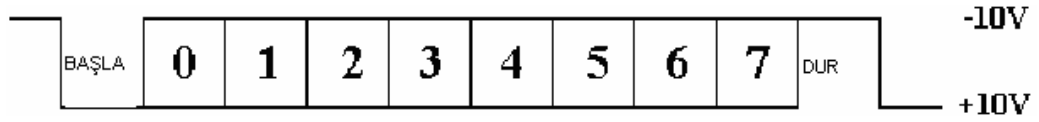
Elektronik devre simülatörlerini kullanması, tasarımcıya hata benzetimi hususunda oluşturulan sistemde neler olacağı hakkında önemli bilgiler verir. Hatanın tespiti için ne tür bir uyarım biçimi kullanılacağını belirlemek simülatör yardımıyla basit bir şekilde gerçekleştirilse dahi, bütün hataların tek tek simülatör gözlemi sonrasında yazılı koda çevrilmesi zor ve zaman alıcı bir işlemdir. Ancak hata listesinin oluşturulmasından sonra bu hataları otomatik olarak simüle eden ve ortaya çıkan sonuçları değerlendirerek bir hata kütüphanesi kullanan otomatik TPS üreticileri tasarım zamanını en az 2-3 kat

azaltırken ortaya çıkan sonuçlar açısından daha güvenilir ve az sayıdaki örnekleme ile TPS başarımını gözlemlenebilir hale getirmektedir.

3. VERİ İLETİM YÖNTEMLERİ

3.1. Seri Veri İletimi

Seri veri iletiminde veriler bir hat üzerinden zamansal olarak sıra ile gönderilerek gideceği adrese bit bit ulaştırılır. Burada zamanlama yani frekans uyumu çok önemli bir yer tutar ve bu işlem için protokol kavramı oluşturulmuştur. Çift yönlü iletişim ile seri iletişim, paralel iletişimin önüne geçerek daha az kablo ile maksimum mesafeye veri ulaştırır hale gelmiştir. Veriler TTL boyutundan çıkarak, sayısal seviyeleri +10V ile -10V arasında düzenlemiştir. Şekil 3.1’de bir bytelık bir verinin seri olarak aktarılması görülmektedir.



Şekil 3.1. Bir byte verinin seri iletimi

Görüldüğü gibi bir bytelık verinin sekiz ayrı biti -10V (sayısal 0) ve +10V (lojik 1) olarak belirli periyotlarla karşıya aktarılırken aktif low olarak başlangıç anlamına gelen “başla” biti ve sonunda da aktif high olarak “dur” biti yer almaktadır. Bu da protokolün bittiğini belirtir. Seri port parametrelerine dikkat edecek olursak gönderilen verinin bit uzunluğu 5 ile 8 bit arasında değişebildiği gibi, verinin hızı ve veri kontrolü için çift ya da tek parity biti kullanılabilir. Seri olarak giden ve gelen verilerin zamanlaması protokol kontrolünde olduğundan bu kısıtlama sadece bilgisayarın maksimum desteği ve kablonun kapasitesi ile sınırlı kalmaktadır.

RS-232, Elektronik Endüstrisi Birliği (Electronic Industries Association/EIA) tarafından elektriksel iletişim için seri bağlantı standardı olarak tanımlanmıştır. Veri iletiminde belirli bir mesafeden sonra voltaj düşümü yaşanacağından RS-232’nin kısa mesafelerde kullanılması tercih edilir. Üç tip

RS-232 bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla RS-232A, RS-232B ve RS-232C'dir. Aralarındaki fark, her birinin çıkış ve giriş voltajlarının (1 ve 0 volt) farklı olmasıdır. Ancak günümüzde en çok kullanılan RS-232 tipi RS-232C'dir.

Seri port, her bir sinyal hattında sadece tek sürücüye izin verir. Bu yüzden bilgisayar ile tek bir cihazın bağlanmasını sağlar. Bilgisayarlar genelde bir veya iki seri porta sahip olduğundan ve bağlanacak her cihaz için özel bir kullanım gerektireceğinden, seri port tabanlı test sistemleri kapasite yönünden sınırlıdır.

3.2. Paralel Veri İletimi

Sayısal olarak kodlanmış bilginin tüm bitleri aynı anda iletebiliyor ise buna "paralel veri iletimi" denir. İletilecek ikili bilgi, içerisinde herbit bit için bir flip flop bulunan bir yazmaça yüklenir. Verici flip flop çıkışı uygun kablo bağlantıları ile alıcı devrenin flip flop'una bağlanır. Alıcı devresi de genellikle bir yazmaçtır. Paralel veri iletiminde, iletilecek bilginin her biti için bir kablo bağlantısı vardır. Bu ise, çok kablolu (multi-wire) bir hattın kullanımını gerektirir. İkili bilgi taşıyan çoklu paralel hatlara ise "data bus" denir.

Seri veri iletiminde, bir seferde bir karakterin sadece bir biti iletilir. Alıcı cihaz doğru haberleşme için karakter uzunluğunu, başla/bitir bitlerini ve iletim hızını bilmek zorundadır. Paralel veri iletiminde bir karakterin tüm bitleri aynı anda iletildiği için başla/bitir bitlerine ihtiyaç yoktur. Dolayısıyla doğruluğu daha yüksektir.

Paralel veri iletimi, bilginin tüm bitlerinin aynı anda iletilmesi sebebiyle çok hızlıdır ve bir seferde bir karakter iletildiği için bilgi iletim hızı "cps" (Character Per Second) olarak bilinir. Sıradan bir paralel portun veri iletim hızı yaklaşık 100 000 cps'dir, seri portun veri iletim hızı ise yaklaşık olarak 9600 bps'dir. Pek çok paralel port uygulamasında bir karakter yaklaşık olarak birkaç mikro

saniyede ($1 \mu\text{sn}$) alıcı devreye iletilebilir. Örnek olarak, 8 bitlik bir ASCII kodun (American Standard Code for Information Interchange) paralel iletimi seri iletim ile karşılaştırıldığında, ASCII kodunda her bir bitin transferi için $10 \mu\text{sn}$ geçtiği düşünülürse, seri haberleşmede 8 bitlik ASCII kodu için $80 \mu\text{sn}$ gerekmektedir.

Paralel veri iletiminde kullanılan kablolar pahalıdır. Telefon ve seri iletişim bağlantılarında genellikle ikili hatlar kullanılır. Tipik paralel port bağlantıları için genellikle 25'li hatlar kullanılır. Ancak bunların sadece 8 tanesi data hattı olup geriye kalan diğer hatlardan kontrol sinyalleri iletilir. Çok kablolu hatların pahalı olması, paralel iletişiminin kısa mesafelerde tercih edilmesinin sebeplerinden birisidir. Bilgisayarlarda; mikroişlemci ile harddisk, printer, scanner vb. elemanlar arasındaki kısa mesafelerde paralel iletişim kullanılır.

3.3. IEEE-488

Laboratuvar cihazları arasındaki standardizasyonda Hewlett-Packard, GPIB (Hewlett-Packards Interface Bus) adı altında bir haberleşme ve kontrol stratejisi geliştirmiştir. Diğer üreticiler, bu busı kullanan cihazlar geliştirmişler ve en son olarak IEEE (Institute of Electrical And Electronics Engineers) bu busı tanımlayan standart bir doküman hazırlamıştır. 1978'de IEEE bu son busı GPIB (General Purpose Instrument Bus) veya IEEE-488 Standart olarak isimlendirilmiştir. IEEE-488 bus karmaşık bir yapıya sahip olup çok yönlüdür. Standart bir kontrol hattının kullanımı ile, tek bir bilgisayar ve bir arabirim elemanı kullanılarak 15 adet cihazın kontrolü sağlanmıştır (eğer böyle bir standart olmasaydı, 15 adet cihaz için 15 ayrı arabirim ve 15 farklı yazılım gerekecekti). Bus'a bağlanan bir cihaz, bytelar halinde veya komutlar halinde verilerini diğer bağlı 14 cihaz gibi gönderebilir. Cihazlar arasındaki bağlantıda toplam kablo uzunluğu 20 metreyi, birbirine bağlı cihazlar arasında ise 4 metreyi geçmemelidir. Aksi takdirde zamanlama problemi ortaya çıkar ve işlemlerde hatalara sebep olur. IEEE-488 busın veri transfer hızı 125 000

bayt/saniyedir. IEEE-488 onaylı veri transfer metodunun bir diğer önemli özelliği ise, çok değişik cevap hızlarına sahip cihazların bir sistemde birlikte bağlanabilmesine olanak tanımasıdır.

IEEE-488 busı asenkron el sıkışmalı (handshake) veri iletişimini kullanması sebebiyle, veriler cihazların farklı haberleşme oranlarına sahip olmaları durumunda da iletilirler. IEEE-488 bus, seri ve paralel porttan farklı olarak birden fazla cihaza aynı anda bağlanabilme ve kontrol etme imkanı sağlar.

Resmi standartlar, tanınmış bir “Standartlar Organizasyonu” tarafından oluşturulmuş ve muhafaza edilmiştir. Otomatik test alanında IEEE en verimli ve destekleyici standartlar organizasyonudur. Resmi olarak yayımlanan standartlar, geleceğin ATE’leri için hardware ve software geliştirilmesine taban oluşturmakta ve mevcut demodeliğin etkilerini azaltmaktadır. Standart, GPIB’ye bağlanabilecek üç tip birim tanımlar;

3.3.1. Konuşmacı

Diğer cihazlara veri gönderebilen bir birimdir. Bu cihazlar arabirim mesajıyla seçimli olarak adreslenir ve adreslenmiş durumlarda da mesajlar üretir ve yola iletirler. Bir sistemde belirli bir zamanda aktif durumda yalnız bir tane konuşmacı vardır ve yoldaki mesaj sadece bu cihazdan gelebilir. Konuşmacı olarak; teyp okuyucular, sayısal voltmetreler, frekans sayıcılar ve sensörler örnek olarak verilebilir (sensörler bulunduğu ortamdan bilgileri alır ve kontrolörden kendisine gelecek komuta göre busa yükler).

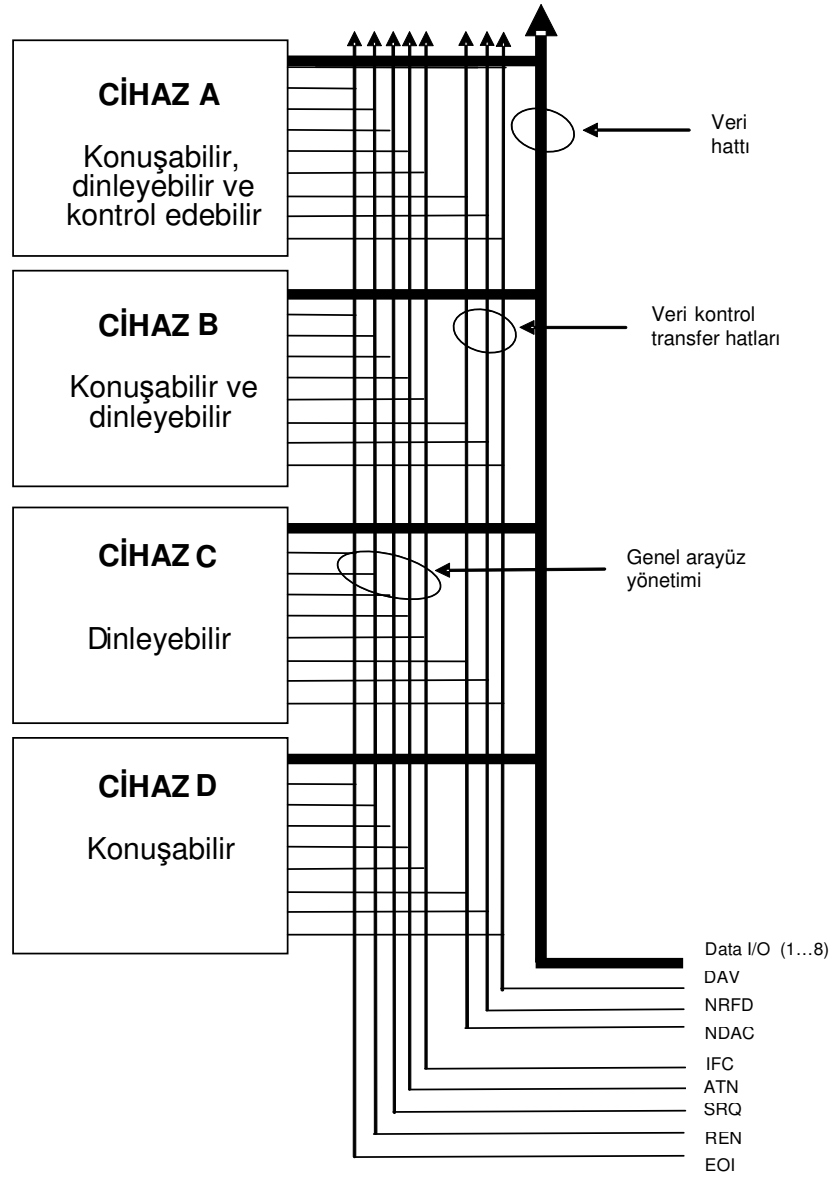
3.3.2. Dinleyici

Diğer cihazlardan veri alabilen bir birimdir. Bu cihazlar bir arabirim mesajıyla seçimli olarak adreslenebilir ve adreslenmiş (aktif) durumda iletim yolundan mesajlar alır. Bir sistemde birden fazla cihaz dinleyici durumda olabilir.

Dinleyici olarak; yazıcı, gösterge cihazı, programlanabilir güç kaynağı veya programlanabilir sinyal üretici örnek olarak verilebilir.

3.3.3. Kontrolör

Yol üzerinde kimin konuştuğunu ve kimin dinlediğini belirleyen bir birimdir. Bus üzerinden gönderilen bilgilerin akışını kontrol eder. Sitemin beyni konumundadır. Veri iletim hattına bağlı cihazlara uygun komutlar göndererek hangisinin bilgiyi alacağını, hangisinin bilgiyi göndereceğini bildirir. Kontrolör; konuşmacı, dinleyici ve kontrolör görevlerini de yapabilen bir cihazdır.



Şekil 3.2. IEEE-488 çalışma hatları

3.3.4. IEEE-488'in yapısı

IEEE-488 yolu birbirine geçebilen 24 hatlı bir kablodan oluşur. Bunlardan 8'i ground hattıdır, diğerleri 16 sinyal hattından meydana gelen bustır. IEEE-488 arabirim sistemine birleştirilen alet sayısı 15'i geçmez. Minimum konfigürasyonlarda tek konuşmacı ve tek dinleyici kontrolsüz olarak

birleştirilebilir (dijital voltmetre veya yazıcıdan oluşan yarı otomatik veri toplama sistemi gibi). IEEE-488, 8 adet iki yönlü veri hattına sahiptir. Bu hatlar cihazlar arasında verileri, adresleri, komutları ve statü baytlarını transfer ederler. Bu arabirimin bir avantajı da ölçüm sistemlerini genişletme ve yapısal değişikliklerin kolayca uygulanmasına imkan sağlamasıdır.

İletim yolu sisteminin diğer bir sonucu olarak tüm cihazlar mutlaka arabirim ünitesine sahip olmalıdır. Bunlar iletim yolundan gelen mesajları ilgili cihazın operasyonu için uygun formata çevirir [12].

Arabirim sistemindeki işlemlere göre 16 sinyal hattı Şekil 3.2'de de belirtildiği gibi aşağıdaki şekilde gruplandırılır;

1. 8 adet veri iletim yolu
2. 5 adet idare yolu
3. 3 adet transfer yolu

Veri yolunda veri transferi yapılırken öncelikle kontrolör bilgiyi alması gereken birimin adresini veri hattı üzerinden belirler. Konuşmacı ve dinleyicinin her ikisi de hazır durumda ise konuşmacı sahip olduğu bilgileri bir kerede 8 bit olmak üzere paralel olarak veri hattına iletir.

İdare yolu, 5 sinyal hattından oluşur;

ATN (Attention): Kontrol aleti, veri iletim hattında bilginin nasıl yorumlandığı ve hangi cihazın nasıl cevap vermesi gerektiğini belirtir. Bu sinyal hattında Low seviyesi varsa veri hattında bir bilgi (bir adres), komut veya adres komutu vardır ve bu bilginin hangi cihazla ilgili olduğu bildirilir.

IFC (Interface Clear): Reset işlevi görür. Kontrolör tarafından Low seviyeye set edildiğinde sistemin tüm cihazları resetlenmiş olur.

SRQ (Service Request): Servis istemini belirtir. Kontrol cihazından bu sinyal aracılığıyla o andaki işlemi kesmesi istenebilir.

REN (Remote Enable): Cihazın uzaktan kontrolünü sağlar. Cihazların yerinden yani ön panelinden veya uzak kontrollü duruma ayarlamak için kullanılır. Low seviyesinde aktiftir.

EOI (End or Identify): Konuşmacı bir seferde 8 bit yani 1 bayt gönderebilir. Eğer biti 8 bayttan uzun ise iletim ardışıl olacaktır. Bu sinyal hattı, bilginin nerede bittiğini belirtmek için kullanılır. SRQ isteyen cihaza, kendisini tanıtmak için kontrol aleti tarafından bu sinyal gönderilir ve cihaz adresini bildirir.

Transfer yolunda ise veri transferini koordine etmek için üç tane sinyal hattı vardır;

DAV (Data Valid): Low seviyesinde veri iletim hattındaki bilginin geçerli olduğunu bildirir.

NRFD (Not Ready For Data): Low seviyede iken veri hattında olan bilginin dinleyici tarafından tamamen alınamadığını bildirmek için kullanılır. Bu nedenle veri transferi en yavaş olan dinleyiciye göre gerçekleştirilir. High durumuna geçtiğinde bu veri kabul edildi anlamına gelir ve veri iletim yolu temizlenerek yeni veri iletilir.

NDAC (Not Data Accepted): Veri alan cihazlar, iletim yapan cihazlara veriyi okuduklarını bildirmek için kullanırlar. Bus'a bağlı cihazlar bus üzerindeki veriyi okuduklarında NDAC'i gönderirler.

3.4. SCSI

SCSI (Small Computer System Interface), harddisk sürücüsünde, yazıcılarda ve diğer cihazlarda arabirim olarak kullanılır. SCSI arabiriminin PC'ler için pek çok avantajı vardır. Arabirim çok hızlı, güvenilir ve uyumludur. Harici aygıtların hatta çok yüksek hızlarda bağlanmasını sağlarlar. SCSI birimi ile harddisk sürücüsü çok yüksek hızlarda sürülebilir.

4. GELECEĞİN ATE'Sİ VE TEST SİSTEM MİMARİLERİ

4.1. Geleceğin ATE'si

Geleceğin ATE'si muhtemelen şu karakteristiklere sahip olacaktır:

4.1.1. Öğrenme kabiliyeti

ATE, UUT'yi test etmede tecrübe kazandığında kaydedilmiş bileşen hata oranlarının gözden geçirip düzeltecek ve sürekli olarak, test stratejisini hatayı giderebilmek için en yüksek hata oranlı bileşenleri minimum test zamanında düzeltebilecektir.

4.1.2. Test stratejilerini planlama ve yürütme kabiliyeti

Önceden belirlenmiş ve ayarlanmış test programları yerine, UUT'nin gerçek zaman içerisinde matematiksel modelinden faydalanarak test stratejisi hata oranlarını, test sayıları ve özel bir testin gerektiği durumları da göz önüne alarak, ekipmanın kabiliyeti ölçüsünde iyileştirilecektir. Ayrıca, UUT tanımlamaları için hata ağacı dizaynına ihtiyaç duyulmayacaktır.

4.1.3. UUT modeli içerisindeki hataları doğrulama yeteneği

Hata, uygun olmayan bir şekilde giderildiğinde ATE, operatöre hangi bileşenin gerçekten arızalı olduğunu soracaktır. Daha sonra ATE, UUT'de bulunan hatayı tespit edip düzeltecektir.

4.1.4. Operatöre test seçeneklerini açıklama ve tanımlama kabiliyeti

İzolasyon hatasını tanımlamak için bağımsız bir test kullanımını sağlayacak ve özellikle tamir merkezlerinde aksaklıkların tespitinde yardımcı olacaktır.

4.1.5. Operasyonel durumu belirleme kabiliyeti

Operatörün minimum test süresinde arızayı giderebilmesi için kullanılacağı elemanı seçmesinde yardımcı olacaktır.

4.1.6. Öğrenen ATE

UUT'nin hatalı bileşen oranlarını öğrenerek, test süresini kısaltmak için test stratejisini hesaplayacaktır.

4.1.7. Yazılım hatası (Soft Fail)

ATE, arızalı bir ekipmana sahip olsa bile, UUT'nin hatalarını giderebilmek için çalışmaya devam edecektir.

4.1.8. Gerçek zamanlı test stratejisi hesaplaması

ATE, test stratejisini gerçek zamanlı olarak gözden geçirecek ve ön programlamaya gerek kalmayacaktır.

4.1.9. Yarı manuel operasyonlar

ATE, operatöre belirli bir testin neden seçildiği hakkında ayrıntılı bilgi verebilecektir.

4.1.10. Operatör etkileşimi ve seçimi

ATE, operatöre UUT içerisindeki herhangi bir bileşeni tanımaya izin verecek, test stratejisini ve bileşenlerin operasyonel durumlarını minimum test süresi içerisinde yürütülmesine ve gözden geçirilmesine olanak sağlayacaktır.

4.2. Geleceğin Test Sistem Mimarileri

Son 30 yıldır Rack & Stack aletleri test sistemleri için bir mimari olarak tercih edilmiştir. Cihazlar ve bilgisayar arasında endüstri standart haberleşme yolu olan IEEE-488 kullanılmıştır. 1970 ve 1980'lerde Basic, Pascal ya da Fortran ile yazılan test yazılımları ASCII karakterler olarak cihaza transfer edilmiştir. Sonuç olarak test sistem mimarileri için sadece GPIB Rack&Stack cihazlar kullanılmıştır. Ancak günümüz teknolojisinde kaydedilen ilerlemeler sayesinde bu durum değişmiştir.

4.2.1. PC standardı

1981 yılında IBM personel bilgisayarını tanıttı. Bilgisayarlar, personel ve iş uygulamaları için bir standart oldu. Başlangıçta, bilgisayarlar işlemcilerinin çok hızlı olmaması sebebiyle cihaz kontrolü için iyi bir platform olarak düşünülmemiş ancak, zaman ilerledikçe HP, Sun ve DEC gibi bir çok mühendislik iş istasyonlarında birincil düzeyde test cihaz kontrolcüsü olarak kullanılmıştır. IBM, düşük maliyet ve veri kazancı yüksek olan tak-çalıştır (plug-in) kartları geliştirerek bir çok şirketin dikkatini çekmiş, geliştirdiği tak-çalıştır kartlar uygun maliyetleri ile araştırma laboratuvarlarında ve eğitimde oldukça popüler olmuştur. Test ve ölçüm endüstrisinin büyük bir bölümü frekans sahalarının ve hassasiyet ölçümlerinin önemli olduğu uygulamalarda ise GPIB Rack&Stack cihazları kullanmaya devam etmiştir.

4.2.2. Modüler cihazlar

1985 yılında HP, Tektronix, Wavetek, Racal-Dana ve Colorado Data Systems A.B.D. ordusu için geliştirilmiş modüler cihaz standardı olan VXI (VME eXtensions for Instruments)'ı tanıttı. Bu modüller oluşturulacak sistemlerde esnekliğin ve yüksek kanal sayısının ihtiyaç duyulduğu alanlarda, savunma

ve havacılık endüstrisi başta olmak üzere otomotiv, yarı iletken test sahaları ve yüksek hızlı veri transfer işlemleri gerektiren sahalarda sıkça kullanılmıştır.

4.2.3. PC standart I/O

Bilgisayarların ilk çıktığı yıllarda, RS-232 ve paralel arabirim bilgisayar için ortaya konulan tek I/O (Input/Output) standartıydı. Sonuç olarak mühendisler bilgisayara GPIB arabirim kartı yerleştirerek test sistemini çalıştırdılar. Böylece, VXI ve PXI sistemler ile haberleşmek için sadece bilgisayar içerisine bir arabirim kartı yerleştirmek ve ilgili VXI ya da PXI sisteme irtibatlandırmak yeterli olmaktadır.

Bugün masaüstü ve dizüstü bilgisayarlar yüksek hızlı LAN (Local Area Network) ve USB (Universal Serial Bus) portlar ile donatılmıştır. Sonuç olarak, LAN bağlantısı olan bir cihaz lokal olarak tahsis edilmiş bir ağdan ya da internet üzerinden kontrol edilebilir hale gelmiştir. Ayrıca, LAN/GPIB ve USB/GPIB çeviriciler, geleneksel cihazları bilgisayar içerisine GPIB arabirim kartı takmadan kontrol edebilme imkanı tanımaktadır [13].

4.3. Termal Görüntüleme Yöntemi ile UUT Testinin Gerçekleştirilmesi

Yıllar boyunca sürekli gelişen teknoloji birçok elektronik sistemin kabiliyetini artırmış, sonuç olarak da daha karmaşık sistemlerin geliştirilmesinin yolu açılmıştır. Ancak gelişmiş elektronik cihazların arızalanmaları halinde, bu arızayı tespit ederek giderebilecek bir ATE sistemi oluşturmakta zorunlu hale gelmiştir. Bu amaçla arızalanan elektronik cihazlar, problemin tespiti için ölçüm sinyalleri gönderilerek karşılığında alınan cevapları belirli limitler içerisinde olup olmadığını karşılaştıran, bir ATE üzerine yerleştirilir. Hata ayıklama işlemi arızalı bir eleman ya da eleman grubu tespit edilene kadar sürdürülür.

Kullanılan test program setleri, UUT'nin güç kaynağında meydana gelebilecek kısa devrelere karşı bir test gerçekleştirir. Eğer test başarısız olursa hata giderilene kadar UUT'ye güç uygulanmaz. Bu işlem genelde operatörün UUT'yi açıp kısa devre olup olmadığını kontrol etmesini gerektirir. Bu bazen fiziksel hasar tespiti ve aşırı ısınmış eleman tespiti için uygulanan görsel testler kadar kolay olabilmektedir. Eğer sorun görsel olarak tespit edilemeyecek düzeyde bir arıza ise, işlem oldukça uzun zaman almaktadır. Termal görüntüleme bu anlamda arıza tespiti için etkili bir yöntem olup, hata ayıklama işlemini kısaltan, belirsizlik gruplarını kabul edilebilir bir seviyeye indirgeyen, işlemleri mümkün olan en makul şekilde otomatikleştirerek operatör faaliyetlerini minimuma indiren ve operatör tarafından ek kablolamaya ihtiyaç duymayan bir sistem oluşturma imkanı tanır.

Bu test stratejisinde, güvenilirlik bilgilerine dayanarak arıza yapma ihtimali en yüksek olan elemanlar ilk önce test edilir. Testler fonksiyonlara göre gruplandırılır ve bu gruplar program tarafından TPS geliştiricisinin belirleyeceği sıraya göre çalıştırılır. Teknisyenin UUT'nin herhangi bir giriş noktasını seçerek test etme seçeneği vardır. Böylece kendi tecrübelerine göre hatalı olduğuna inandığı kısımları öncelikle test edebilir. Arıza giderildikten sonra, hatayı bulan test programı tekrar çalıştırılarak faaliyet kontrolü yapılır [14].

4.3.1. Sistemin tanımı

Termal görüntüleme yöntemi, Labview uygulama yazılımı ve kızılötesi kamera ile çalışan bir bilgisayardan oluşan sistem olarak düşünülebilir. Kamera arayüz cihazına monteli olup, odaklama, yakınlaştırma ve objektif açma kapama fonksiyonları için bir TPS tarafından kontrol edilmektedir.

Kızılötesi kamera kullanılması UUT düzenlenmesinde yüksek doğruluk olmasını gerektirir. Kameranin monte işlemleri ise iki kısımdan oluşabilir.

Birincisi kameraya sürekli monteli olan ve seçilen arabirim cihazına uyumlu olacak bir adaptör, ikinci kısım ise kamera optiklerini UUT'ye paralel şekilde konumlandırarak ve görüntülenecek UUT'ler üzerinde toplanmış düşük maliyetli bir adaptördür. Kamera altlığı aynı zamanda kameranın odaklama kabiliyeti içerisinde UUT'nin tamamının görüntüsünü alabilme yeteneğini kolaylaştırmak için sabit bir uzaklıkta konumlandırılmalıdır. Görüntü işlemcisi, görüntü yakalama fonksiyonlarını sağlayan, çekilen görüntüleri bilinen iyi görüntülerle karşılaştıran, elde edilen görüntüler üzerinde sıcaklık kompanzasyonu, sahte renk gösterimi, görüntü düzeltmesi ve eleman çıkışması gibi analizler yapan ATE sistemine bağlanmış bir bilgisayardan oluşmaktadır. Görüntü işlemcisi test işlemi sırasında tarif edilen zamanlarda görüntü yakalamak için TPS'den gönderilen süreksiz sinyaller ile kontrol edilmektedir. TPS aynı zamanda ham ve işlenmiş verileri gerçek zamanlı olarak manuel düzeltme yapılabilmesi için operatöre sunabilmektedir. Görüntü işlemcisi, kameranın ve görüntü işlemcisinin fonksiyonelliğini teyit edebilmek ve sistemin faaliyet durumunu ATE'ye ve operatöre bildirebilmek için kendini test etme (self-test) kabiliyetine de sahiptir. Buna ek olarak bilgisayar uygulama yazılımı, operatörün istediği zamanlarda manuel olarak görüntü yakalayabilmesine ve analiz yapabilmesine imkan veren özellikleri de içerir.

4.3.2. Sistemin mimarisi

Kızılötesi görüntüleme sisteminin optik özellikleri, sisteme yararlı görüntüler yakalayabilme imkanı vermede çok önemli bir faktördür. Termal görüntüleme sistemi, yeterli kalitede ve hassasiyette termal görüntüler sağlayacak ve elektronik devre kartı üzerindeki hataları daha yüksek kesinlikte tespit edebilecek kabiliyette dizayn edilir. Başarılı bir termal görüntüleme sistemi, ATE içerisindeki temel fonksiyonları gerçekleştirmek üzere, TPS tarafından sağlanan sinyal uygulamaları ve elemanlara güç verilmesi esnasında yakalanan görüntülerden elde edilen ısı bilgisini kullanır. Termal görüntüleme

sistemi enerji değişiminden ve bundan sonuçlanan ısı radyasyonunun kullanılabilir bir termo grafik kaydının oluşturulabilmesi için görüntü işlemcisi tarafından kaydedilmesinden de yararlanılmaktadır. Kusursuz çalışan bir elektronik eleman belirli bir miktarda enerji harcar ve bu enerjinin büyük bir bölümü ısıya dönüştüğü için, görüntü işlemcisi bunu tespit ederek sonucu termal görüntü olarak aktarır. Bazı durumlarda, kameranın termal kesinliği düşük güçte çalışan devre elemanlarının ısı oranlarını tespit etmede yetersiz kalabilmektedir. Ancak birçok görüntünün birlikte ortalaması alınarak, uygulama yazılımı ya da operatörün tecrübelerine dayanarak görüntünün termal kesinliğini artırabilir.

Kızılötesi kamera ile birlikte yeterli bir termal görüntü elde etme anlamında eleman tanımlanması ve PCB (Printed Circuit Board) üzerinde konum belirlemesi yapılması çok önemli bir kavramdır. Sistem, eleman bazında termal özellik analizi gerçekleştirdiği için test aleti kamera ile aynı hizada olmalıdır. Fiziksel hizalama birçok nedenden dolayı önemlidir; birincisi devre elemanları her kartın üzerinde aynı yerde lehimlenmezler, sabitleyiciler bunları değiştirebilir, bu yüzden teknisyen manuel olarak incelemek üzere özel alanlar belirleyebilme kabiliyetine sahip olmalıdır. Operatör tarafından seçilen bu alanlar elemanın ısı kaynağını kapsayacak şekilde kare, dikdörtgen hatta çember şeklinde seçilebilir.

Gerçekleştirilecek işlemlerin doğruluğu büyük oranda bu işlemin tekrarlanabilirliğinde saklıdır. Bu yüzden, kızılötesi görüntüleme işleminde tekrarlanabilirliği sağlayabilmek için arızalı PCB'ye yapılacak testin bilinen faal bir PCB'ye yapılan testle aynı olduğundan emin olunmalıdır. Bu işlemlerde oluşabilecek en küçük farklılıklar bile sonuçların şüpheli olmasına neden olacaktır. Kontrol edilmediğinde bu farklılıklara yol açabilecek bir çok faktör mevcuttur. Bunlardan bazıları daha önce de bahsedilen sabitleme (fixturing), hizalama (alignment) ve kamera pozisyonlarıdır. Devre kartına uyarıcının verilmesinin zamanlaması ve PCB'nin yerleştirilmesi gibi diğer

hususlar da işlemin tekrarlanabilirliğinin sağlanmasında önemlidir. Ayrıca, fiziksel kurulumun tekrarlanabilirliği ve test edilecek cihazın kameraya mümkün olduğu kadar yakın yerleştirilmesi önemlidir. Devre kartı ile kamera arasındaki mesafe, ekrandaki görüntünün büyüklüğünü belirler. İdeal olarak görüntü ekranı tamamen kaplamalı ve ortalanmalıdır. Görüntünün ortalanması maksimum çözünürlük ve en yüksek kızılötesi enerji tespitini sağlar. Genellikle uygun sabitleme uygulama yazılımının etkinliğini artırır, termal görüntüleme işleminin güvenilirliğini geliştirir ve aynı zamanda UUT yerleşimini kolaylaştıran bir cihaz görevi de görür.

Sonuç olarak TPS geliştiricileri, kabul edilebilir büyüklükteki bir belirsizlik grubuna giren en küçük elemana kadar hataları tespit edebilmeli ve ayıklamalıdır. Belirsizlik grubunun büyüklük ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla geliştirici, operatöre arızalı elemanların bulunmasına kolaylık sağlayabilecek ek ölçümlerin yapılması için gerekli olan ölçüm noktalarını belirtmelidir. Bazı eski teknoloji UUT'lerin test edilebilme özellikleri yeterli olmadığı için bu işlem biraz zaman almaktadır. Tanımlanan belirsizlik grubunun büyük olduğu (5 ya da daha fazla eleman) durumlarda, operatörün grubun büyüklüğünü azaltmak için hata ayıklama işlemine devam etmesi, gerçek arıza giderilene kadar sırayla belirlenen elemanları değiştirmesi ya da tüm sorunun tek seferde çözülebilmesi için şüpheli parçaların değiştirilmesi seçenekleri vardır. Son seçenek normalde istasyondaki UUT test zamanını kısaltmak ve kritik onarım teslimat ihtiyaçlarını karşılamak için ideal bir yoldur ancak, bu metod; onarım maliyetini artırmakta, ek onarım parçaları bulundurma ihtiyacı doğurmakta ve onarım/teslimat döngüsünü genişlettiği için operasyonel elde edilebilirliği etkilemektedir. Termal görüntüleme teknolojisi belirsizlik grubunun büyüklüğünü azaltmada kanıtlanmış bir yöntem olup, özellik arz eden eleman arızalarının da doğrudan bulunabilmesini kolaylaştırmaktadır.

4.4. BUS Mimarileri

4.4.1. VXIbus ve kontrolcü özellikleri

VXIbus test/ölçüm sistemleri için hızla gelişen bir platformdur. İlk defa 1987'de anons edilen VXIbus, tüm dünyada hızla kabul görmüştür. Başlangıçtan itibaren VXI standardı, test masraflarını ve geliştirme zamanını düşürmek üzere hızla gelişen bilgisayar teknolojisine uyum sağlayabilecek şekilde tasarlanmıştır.

VXI çok geniş bir uygulama alanında daha küçük ve daha hızlı test sistemleri meydana getirmiştir. Günümüzde çok sayıda VXI ürünleri endüstri, otomotiv, iletişim ile test/ölçüm sistemleri (bunun içinde taşınabilir test araçları, fonksiyonel test sistemleri ve ATE vardır), yüksek performanslı veri toplama uygulamaları ve endüstriyel otomasyon sahalarında geniş bir kullanım imkanı bulmaktadır.

Ürün testi uygulamalarında sistem kararlılığı ve performansı çok önemli bir yer tutmaktadır. Performans sadece sistemin yeteneklerini ve kararlılığını artırmaz aynı zamanda maliyetleri düşürür, bu nedenle VXI oldukça popüler olmuştur. Buna karşılık VXI'nın tüm gücünden yararlanmanın yolu, sanal cihaz yazılımlarını kullanmaktan geçmektedir.

Genellikle gömülü (embedded) VXI Controller, maksimum performans ve çok az yer kaplayan büyüklükleri ile uygulamalarda kolaylık sağlamaktadır. Ancak oluşturulan sistemde kullanılacak cihaz tiplerinin belirlenerek ona göre bir VXI Controller seçmek uygun olacaktır (örnek olarak GPIB-VXI bağlantısı genellikle data transfer yoğunluğu olmayan sistemlerde daha çok işe yarar) [15].

VXI standart VME Bus (**V**irtual **M**emorial **B**us) yapısını kullanır. Bu durum, test cihazlarının ihtiyaç duyduğu fonksiyonların hızlı, kolay ve harici bağlantılara ihtiyaç duymadan gerçekleştirilmesini mümkün kılar. VXI ya da VXIbus, VME Bus tabanlı çalışan test sistemleri için geliştirme teknolojisidir. VXI geliştirme çabaları test sistemleri için daha küçük ve etkin çözümler bulma ihtiyacı ile ortaya çıkmıştır. Gelişimi sırasında GPIB kontrollü ekipmanlar, fonksiyonel test çözümleri geliştirmek için oluşturulan ATE sistemlerinde kullanılan temel yöntemdi. Bunlar etkin olmalarına rağmen, test ekipmanının her biri oldukça fazla yer kaplıyordu.

VXI teknolojisi VME Bus tabanlı bir sistem geliştirerek bu problemlerin üstesinden gelmiştir. Bu test çözümü bir ya da daha fazla slotu bağlanmış bir kart üzerinde bulunan çeşitli test ekipmanı ile 19 inch büyüklüğünde bir rafta bulundurulmaktadır. Bu şekilde oluşturulan ve bir çok ekipman içeren test istasyonu daha az yer kaplamakta ve endüstriyel uygulamalarda kullanım açısından daha cazip hale gelmektedir.



Resim 4.1. VXIbus cihazları

VXI konsorsiyumu tarafından geliştirilen VXI standardının oluşum amacı, çeşitli elemanların kartlar üzerinde muhafaza edilmesiyle daha az yer kaplayan test çözümlerini mümkün kılacak bir çeşit çoklu üretici standardı tanımlamaktır.

VXI ilk çıktığı yıllarda işlevini istenilen şekilde yerine getirmiş ancak, yazılım konusunda uyumsuzluklarla karşılaşmıştır. Bunun sonucu olarak, 1993 yılında VXI Plug&Play Alliance adı ile yeni bir konsorsiyum kurulmuştur. Bu konsorsiyum çalışmalarını VXI ekipmanını tak kullan şekline dönüştürmeye odaklanmış, buna bağlı olarak VXI Systems Alliance tarafından üzerinde daha yüksek dereceli bir sistem standardizasyonunun geliştirilebileceği bir iskelet oluşturulmuştur. Tüm sistemin standardize olması ile birlikte VXI, satıcıdan bağımsız çözümler sunmaya başlanmış ve VXI uygulamalarının sayısı ve kullanım kolaylığını önemli derecede artırmıştır. Bunun sonucu olarak, VXI teknolojisi ile bir çok ürün geliştirilerek kullanıma sunulmuştur.

VXI Konsorsiyumu ilk olarak çok farklı donanımın aynı anda çalıştırılabileceği bir sistem geliştirmiş ve 1993 yılında IEEE-1155 standardı adı altında IEEE tarafından da benimsenmiştir. VXI (IEEE 1155) ilk defa 1992 de piyasaya sürülmüştür. Bu standardı bir kontrol arayüzü olarak kullanan ürünler halen mevcuttur. Daha büyük ATE sistemleri için yakın zamana kadar tercih edilen platformdur ve bu pozisyonunu uzun süre korumaya devam edecektir.

VXI sisteminin temel yapısına ana iskelet ya da şasi denir. Bu birim çeşitli modüllerin eklenebileceği 13 slot içerir. Ana iskelet aynı zamanda rack ve içerdği cihazlar için gerekli güç kaynağı ihtiyaçlarına da sahiptir.

VXI standardı modül üzerinde bir takım ihtiyaçları da ortaya çıkarmıştır. Bunlar hem elektriksel hem de mekanik ihtiyaçlarıdır.

VXI teknolojisi 3U, 6U ve 9U (U: yükseklik bakımından bir rack ünitesi, U değeri 43,6 mm'dir) olmak üzere üç kart büyüklüğüne izin verir. Uzunluklar 160 mm veya 340 mm olabilir. Bu da A büyüklüğündeki bir kartı 3Ux160 mm, B büyüklüğündeki kartı 6Ux160 mm, C büyüklüğündeki kartı 6Ux340 mm ve D büyüklüğündeki kartın ise 9Ux340 mm olması anlamına gelir. Tek bir kartın genişliği 30,5 mm'dir. Bu büyüklüklerden C büyüklüğünde olan bir

kart bir çok cihaz için yeterli büyüklükte olması sebebiyle tercih edilmektedir. Ana iskeletlerin en büyük versiyonu 13 adet VXI C ya da D büyüklüğünde kartı barındırabilen 19 inch büyüklüğünde racktır. C büyüklüğündeki kartları barındıran daha küçük iskeletlerde mevcuttur. Slotlar 0'dan 12'ye kadar "0" solda olacak şekilde sıralanmıştır. Her sistem için gereken kontrol kartı slot 0'a takılır. Sonuç olarak bu slot'ın backplane (kartların yerleştirildiği, slotların olduğu ana kart)'i kontrol kartının tüm ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde modifiye edilmiştir.

VXI kartlarda en fazla 3 modül konnektörü içerebilir. Gerçek sayı kartın büyüklüğüne bağlı olarak değişebilir. Bu konnektörler P1, P2 ve P3 olarak isimlendirilirler. A büyüklüğündeki kartlar sadece P1 konnektörüne sahipken, B ve C büyüklüğündeki kartlar P1 ve P2, D büyüklüğündeki kartlar ise üç tipteki konnektöre de sahiptir.

Her test teknolojisinin kendi avantajları olduğu gibi, VXI teknolojisi daha kompakt test çözümleri oluşturma ihtiyacından ortaya çıkmıştır ve bazı üstünlüklere de sahiptir;

1. Çoklu slotlarda bulunan kartlar üzerindeki test aletleri ile daha kompakt test çözümleri sunar.
2. VXI açık bir standart olup değişik üreticilerin cihazlarını kullanabilme imkanı verir.
3. Yüksek hızda rack ve backplane kullanılması sonucu iletişim hızı oldukça yüksektir.
4. Cihazlar ve tetikleme aletleri arasındaki hızlı iletişim sayesinde zamanlama ve senkronizasyonda kesinlik sağlar.
5. Tak kullan (plug&play) yazılımı sayesinde değişik konfigürasyonları oluşturmak oldukça kolaydır [16].

4.5. PXI Mimari

PXI (**P**CI **e**Xtensions for **I**nstruments), 1997 yılında karmaşık sistemlerin artan ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla bir açık endüstri standardı olarak ortaya çıkmıştır. Birçok farklı tipte ölçümün gerekli olduğu veri işleme ve endüstriyel otomasyon uygulamalarında popüler bir format olmuştur.

Bir PXI kontrolörü (genellikle bir Pentium bilgisayar) şasenin ilk slotunda bulunur ve PXI kartını bir PCI (Peripheral Component Interconnect) bus ile kontrol eder. Her PXI kart tek başına bir cihaz olabilir ya da birçok PXI kart biraraya getirilerek, istenilen özelliklere sahip gelişmiş bir cihaz oluşturulabilir. PXI backplane'i, PXI kartlar arasındaki yerel bus bağlantılarını sağlar.

PXI mimarisine dayalı modüler cihaz sistemleri, yüksek performanslı bilgisayar tabanlı ölçüm ve otomasyon sistemlerini uygun maliyetlerde sunmaktadır. PXI modüler cihazlar ile bilgisayar teknolojisinin düşük maliyet, kullanım kolaylığı ve esnekliğinden yararlanılmaktadır. PXI, PCI Bus ile modüler şasi temelli mimariyi bir araya getirerek eski nesil sistemlere göre önemli derecede performans artışı sağlamıştır. PXI, ölçüm ve otomasyon uygulamaları için tasarlanan modüller arasında zamanlama ve senkronizasyonu da ekleyerek ileri düzeyde bir entegrasyon elde etmiştir.



Resim 4.2. PXIbus cihazları

PXI, modüler enstrümantasyonun kalbi olan bilgisayar tabanlı mimari ve gelişmiş senkronizasyon özelliklerini birleştirerek yüksek performanslı mimariyi oluşturmuştur. Modüller arasında sağlanan uyumluluk ölçüm kesinliğini de beraberinde getirmiştir. Bu sayede gelişmiş veri iletimi ile otomatikleştirilmiş imalat testleri gibi çok çeşitli uygulamalarda kullanılabilir. Bilgisayar yazılımı sayesinde oluşturulan sistemlerin kullanılmasını öğrenmek oldukça kolaydır. Bilgisayar tabanlı mimari sayesinde, teknolojiye ileriye adımlar (yeni işlemcilerin piyasaya çıkması vb.) oluşturulan sistemlere kolayca ilave edilebilmektedir.

PXI, birçok kuruluş tarafından geleceğin sistemlerinde kullanılmak üzere VXI ile rekabet edebilecek düzeyde olduğu belirtilmektedir. Her ne kadar bazı uygulamalarda çakışmalar olsa da, iki formatın birarada bazı özel uygulamalarda kullanılmak üzere tercih edilebileceği özellikleri bulunmaktadır ve yakın gelecekte kullanılabilir olmaya devam edecektir.

Piyasada başarılı olabilmek için modüler bir ATE sistemi geniş çerçevede test problemlerine çözüm sağlamalıdır. Ancak, kısıtlı mühendislik kaynakları bir ATE şirketinin kısa bir zaman periyodu içerisinde bütün test cihaz modüllerini üretmesine engel olabilir. Ancak, PXI küçük enstrümantasyon ve ölçüm sistemleri için bulunan bir standarttır ve bugün mevcut olan birçok karmaşık sinyal/RF (Radio Frequency) testlerine yönelik 1200 den fazla seçenek bulunmaktadır.

PXI cihazları, sahip oldukları gelişmiş özelliklerin yanı sıra, ATE'lerde kullanımıyla ilgili iki ciddi sorun vardır. İlki PXI standardize edilmiş bir arayüz sunmamaktadır. Şekil 4.2'de de görülebileceği gibi, PXI kartlar, çok sayıda çevre birimine bağlanmaya uygun olmayan bir ön panel konektör yapısına sahiptir. Bir diğer problem ise, sistem kalibrasyonu kavramının mevcut olmamasıdır. Tipik olarak, PXI kartlar fabrikada kalibre edilir ve kalibre

zincirinin kesintisiz devam edebilmesi için belirli aralıklarla fabrikaya geri götürölmek zorundadır [17].

4.6. LXI Mimari

Endüstriyel bir birlik tarafından geliştirilen standarttır. LAN (Local Area Network) cihazlar, yüksek hızlı LAN üzerinde yeni modöler bir format oluşturmuştur. LXI (LAN eXtensions for Instruments) ürünleri 1U, 2U ve 4U boyutlarında, küçük boyutlu olabilme avantajına sahip modöler (VXI ve PXI gibi) ve kart yuvasına gerek duymayan ürünlerdir.

LXI Geleceğın test cihazlarını denetim altında tutabilecek kontrol arayüzü olmaya odaklanmıştır. Gerçekleştirdiğı testlerde, kritik zamanlama ve senkronizasyon fonksiyonlarının kabiliyetini artırabilen bir Ethernet arayüzü kullanır. Bu standart, birtakım hardware paketleme seçenekleri de sunmaktadır.

5. GERÇEKLEŞTİRİLEN ATE’NİN YAZILIM VE DONANIMI

5.1. ATE’nin Yazılımı

Tez kapsamında yapılan çalışmada, yazılım dili olarak Delphi tercih edilmiştir. Delphi, kullanıcı arayüzü ile donatılmış bir programlama dili olup, bu özelliğı ile gerek tasarımı gerçekleőtiren mühendise, gerekse oluşturulan programı kullanacak teknisyene büyük kolaylıklar sağılamaktadır. Kullanıcı arayüzünde bulunan yardımcı menüler aracılığı ile test edilen cihazın faaliyet kontrolü ve arıza giderme işlemleri pratik ve güvenilir bir şekilde yapılabilmektedir.

5.1.1. Self test

UUT testinin hatasız ve güvenilir bir şekilde gerçekleőtirilebilmesi için her test öncesi self test işlemi yapılmalıdır. Test işlemi sırasında kullanılacak çevre aygıtlarının (Multimetre, Osilaskop, vb.), oluşturulan donanım ve bilgisayarla hatasız bir şekilde haberleőtmesi, yapılacak self testle kontrol edilir. 32 ayrı noktadan alınan ölçüm sonucunda tespit edilen limit dışı değıerler self test menüsü kullanılarak giderilebilir.

5.1.2. UUT testi

UUT testinde kullanılacak Throttle Quadrant Grip Assy.’e ait test ekranı Resim 5.1.’ de verilmiştir.



Resim 5.1. Throttle Quadrant Grip Assy. test ekranı

Resimdeki kullanıcı arayüzüne bakıldığında UUT'ye ait 6 adet anahtar testinin bulunduğu görülmektedir. UUT üzerindeki tüm anahtarların tek tek faaliyet kontrolleri yapılarak Throttle Quadrant Grip Assy.'nin faal olup olmadığı tespit edilebilmektedir.

İlk olarak "UHF/VHF Transmit Anahtar Testi" seçilerek UUT'nin testine başlanabilir.



Resim 5.2. UHF/VHF Transmit Anahtar test ekranı

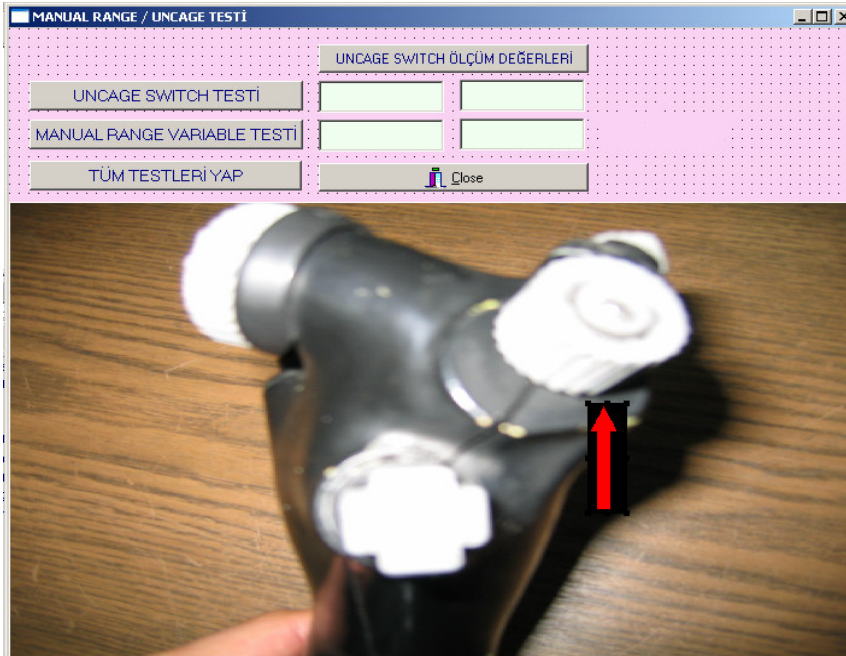
Resim 5.2.'de görüldüğü gibi, UHF/VHF Transmit Anahtar test işlemini, 4 ayrı konum için tek tek ya da testlerin tamamını bir seferde yaparak gerçekleştirmek mümkündür. Test sistemi, ilgili anahtarın her bir konumu için açık/kapalı devre direnç ölçümlerini yapar ve ölçüm sonuçlarının belirli limitler içerisinde olup olmadığına karar vererek; hatalı ölçümleri kırmızı, doğru ölçümleri mavi rakamlarla ekrana yansıtır.

Test esnasında UHF/VHF Transmit anahtarının her bir konumu için ekranda ok işaretleri belirlemekte ve teknisyenin yanlış yöne doğru anahtarı hareket ettirmesi engellenmektedir.

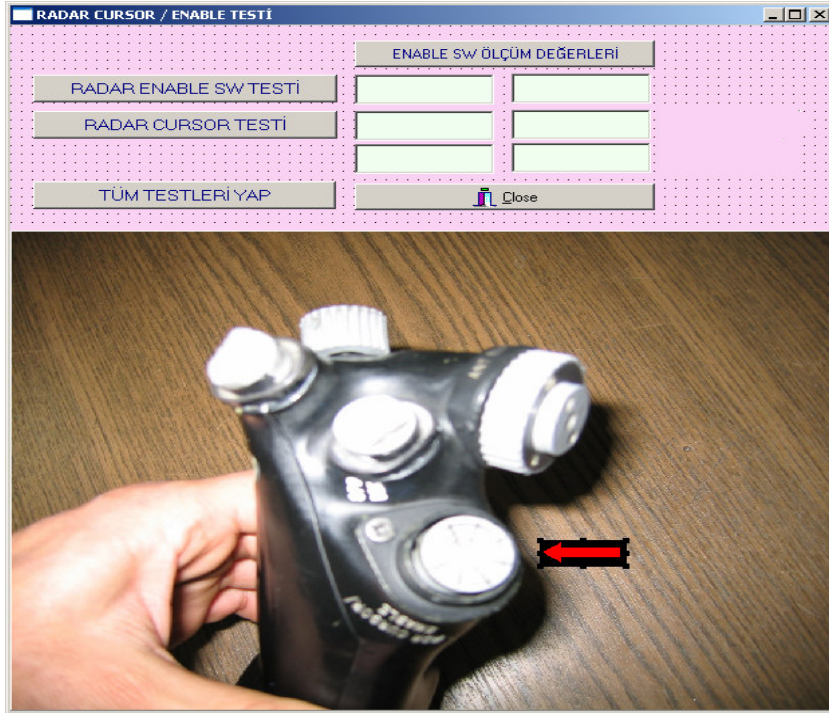
Throttle Quadrant Grip Assy. UUT'si üzerinde bulunan diğer 4 adet anahtara ait test menüleri sırasıyla Resim 5.3-Resim 5.6'da verilmiş olup, benzer işlem basamakları ile UUT'nin faaliyet kontrolleri kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir.



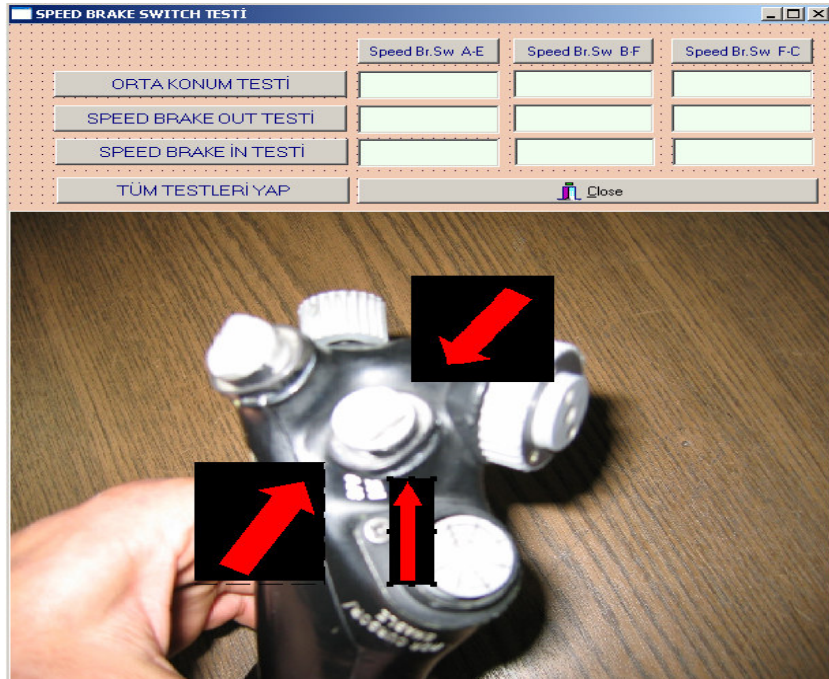
Resim 5.3. Dogfight/Msl Sel. Anahtar test ekranı



Resim 5.4. Manual Range/Uncage Anahtar test ekranı



Resim 5.5. Radar Cusor/Enable Anahtar test ekranı



Resim 5.6. Speed Brake Anahtar test ekranı

5.1.4. Arıza giderme işlemi

Gerçekleştirilecek testler sonucunda, UUT üzerindeki herhangi bir anahtarda tespit edilen hatanın giderilebilmesi için Şekil 5.1.'de gösterilen “Throttle Quadrant Grip Assy. Test Formu” ekranı kullanılır. Bu test ekranında bulunan arıza giderme menüsü, teknisyenin arızayı gidermesi için takip edeceği yolu göstermektedir.

Arıza giderme işlem basamaklarının yer aldığı bu ekranda, herhangi bir anahtarda tespit edilen arızanın giderilebilmesi için, ekranda gösterilen ilgili anahtara ait bağlantı şeması takip edilerek sorun çözülebilmektedir. Daha sonra anahtar bir kez daha test işlemine tabi tutularak UUT'nin faaliyet kontrolü tamamlanmaktadır.

THROTTLE QUADRANT GRIP ASSY TEST FORMU

UHF / VHF TRANSMIT SWITCH TESTİ		
DOG FIGHT / MSL SEL SWITCH TESTİ	ARIZALI	Anıza Giderme
MANUAL RANGE / UNCAGE TESTİ		
RADAR CURSOR/ENABLE SW TESTİ		
ANTEN ELEV. RESISTOR TESTİ		
SPEED BRAKE TESTİ		

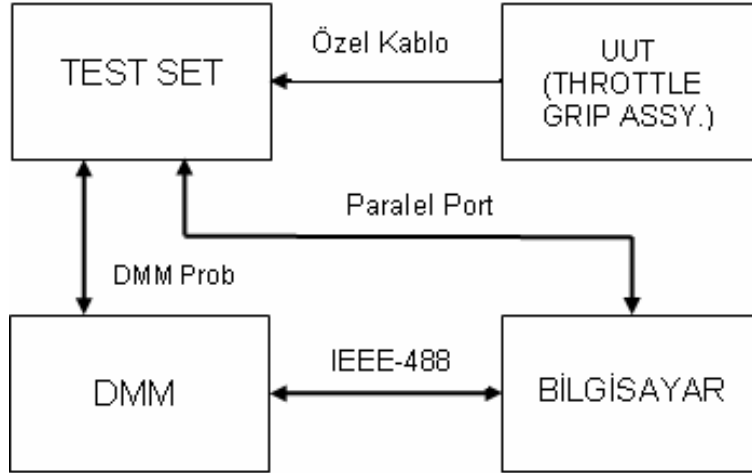
DOG FIGHT ANAHTARI BAĞLANTI ŞEMASI

1-İLGİLİ TEKNİK EMİR YARDIMIYLA
2-KAPAGI AÇ
3-KOPUK UC KONTROLÜ YAP
4-SWITCH'I YENİSİ İLE DEĞİŞTİR
5-TESTİ TEKRAR YAP.

FORMU KAPAT

Şekil 5.1. Throttle Quadrant Grip Assy. arıza giderme ekranı

5.2. ATE'nin Donanımı



Şekil 5.2. Gerçekleştirilen ATE için oluşturulan donanım

Test edilmek üzere seçilen UUT'nin üzerinde bulunan toplam 6 adet anahtarın (13 farklı pozisyona sahiptir) faaliyet kontrollerinin otomatik olarak yapılabilmesi için, Şekil 5.2.'de belirtilen düzenek kurulur. Test Set olarak belirtilen cihaz, DMM (Digital Multimetre) ile UUT'nin ölçüm alınacak uçlarına bilgisayar aracılığı ile bağlanma işleminde kullanılır (UUT'nin test set ile bağlantısı özel bir kablo ile gerçekleştirilir).

Test Set içerisinde bulunan röleler (ölçüm yapılacak 13 farklı pozisyon için birer adet), teknisyenin bilgisayar ekranındaki anahtarlardan herhangi birisini seçmesi ile aktif hale gelir ve DMM ile UUT'nin ilgili konnektörleri arasındaki bağlantıyı sağlar.

Bilgisayarın ISA (Industry Standart Architecture) slotuna yerleştirilen IEEE-488 arabirim kartı, DMM tarafından ölçülen omaj değerini bilgisayara aktarır. Program ise bu omaj değerinin, daha önceden belirlenen limitler içerisinde olup olmadığını mukayese eder ve anahtar ile ilgili faaliyet kontrolünü (FAAL/ARIZALI) tamamlamış olur.

UUT üzerinde bulunan anahtardan herhangi birisinde tespit edilen aksaklık, teknisyen tarafından arıza giderme ekranındaki düzeltici işlemlerin uygulanmasıyla giderilebilir.

5.3. Akış Şemaları

UUT testi için Delphi dilinde gerçekleştirilen programın oluşturulmasında, aşağıda açıklamaları verilen akış şemalarından faydalanılmıştır (akış şemaları EKLER bölümünde yer almaktadır).

Ek-1'deki akış şemasında, genel olarak UUT testinin nasıl gerçekleştirildiği anlatılmaktadır. ATE'de test edilecek UUT, ATE'nin göndermiş olduğu ölçüm sinyalleri ve karşılığında aldığı ölçüm sonuçlarına göre UUT'nin faaliyeti hakkında kullanıcıya bilgi vermektedir.

Ek-2'de, genel olarak tüm ATE'lerde, UUT test işlemlerine başlamadan önce, ATE'nin doğru olarak çalışıp çalışmadığı self test (kendi kendini kontrol) işlemleri ile doğrulanır. Ardından bilgisayar ve ATE arasındaki gerekli port ayarları kontrol edildikten sonra UUT'nin test işlemine başlanır.

Ek-3'deki akış şemasında, Throttle Quadrant Grip Assy.'nin üzerinde bulunan 6 farklı anahtar (çok konumlu) için faaliyet kontrolleri, test edilmek istenilen anahtar seçilerek yapılabilir. Bu amaçla; UUT üzerinde bulunan UHF/VHF TRANSMIT Anahtarı, DOGFIGHT/MSL SEL. Anahtarı, MANUAL RANGE/UNCAGE Anahtarı, RADAR CURSOR/ENABLE Anahtarı, ANTEN ELV. RESISITOR Anahtarı ve SPEED BRAKE Anahtarlarının farklı tüm konumları için testler gerçekleştirilebilir. Herhangi bir anahtarda sorunla karşılaşılması halinde, arıza giderme işlemleri ilgili menüler kullanılarak giderilebilir.

6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu tez çalışmasında, oldukça büyük zaman alan manuel cihaz test etme işlemlerinin ATE'ler aracılığıyla çok kısa sürede ve kesin bir doğrulukla nasıl yapılabileceğine yönelik çalışmalar yapılmış ve bu kapsamda gerçekleştirilen ATE ile cihaz testi başarı ile sonuçlandırılmıştır.

Gerçekleştirilen uygulama sadece bir cihazın testine yönelik olup, test edilecek farklı cihazlar için benzer test yazılımlarının oluşturularak ilave ITA ve donanım tasarımının yapılması halinde, tek bir ATE ile farklı birçok cihazın test işlemi yapılabilecektir.

Bu kapsamda, havacılık alanında uçakta meydana gelen uçuş öncesi ve sonrası arızaların giderilmesinde soruna neden olan UUT'lerin tespit edilerek faaliyetinin biran önce sağlanması ve servise yeniden verilmesi son derece önemlidir. Bu yüzden envanterimizde bulunan hava araç ve platformlarını yurt içi imkan ve kabiliyetlerimizi kullanarak tasarlamak ve bu alanda yurt dışı bağımlılık kısır döngüsünü kırarak kendi proje ihtiyaçlarımızı üretmek durumundayız.

Savunma, havacılık ve uzay sanayi genellikle en ileri teknolojilerin kullanıldığı, sürekli yeni teknolojilere gereksinim duyan bir alan olması, bu alanda geliştirilen uygulamaların gelecekte sivil amaçlar içinde kullanılması, ülkelerin ekonomik olarak kalkınmasında önemli itici güçlerden birisini oluşturmaktadır. Bu amaçla, teknoloji yeteneğimizi sürekli geliştirmeye çalışarak, savunma sanayi alanında gelişmiş ülkelerle her alanda rekabet edebilir konuma gelmek büyük önem arz etmektedir.

Gerçekleştirilen bu ve benzeri çalışmaların daha da ileriye götürülmesi halinde, ülkemizin bu alandaki dışa bağımlılığı azalacak, oluşturulan sistemin

yerli tasarım olması sebebiyle; bakım, eğitim ve sürekli desteklenebilirlik hususlarında büyük avantajlar sağlanabilecektir.

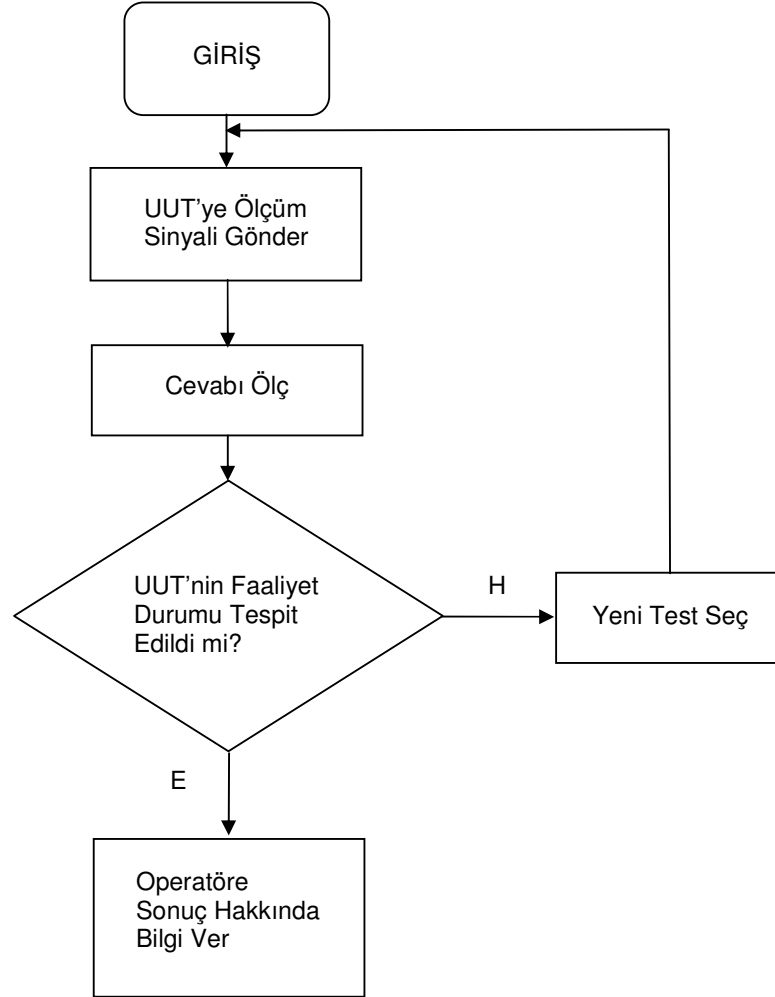
KAYNAKLAR

1. Isınmış, E. "İki Kişilik Hafif Kategoride Bir Uçak İçin Aviyonik Sistem Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kayseri, 1 (2002)
2. Ertem, M. "Aviyonik", **Bilim Teknik Dergisi**, 342: 90-91 (1996)
3. İLARSLAN, M., "Görev Bilgisayarları ve Milli Olarak Geliştirilmesine Yönelik Değerlendirmeler", **Havacılıkta İleri Teknolojiler ve Uygulamaları Sempozyumu HİTEK'04**, Hava Harp Okulu Yeşilyurt/İstanbul, 2 (2004)
4. Belli, S. "Aviyonik Cihazların Test Edilmesi İçin VXI tabanlı Otomatik Test Sistemlerinin Oluşturulması", Yüksek Lisans Tezi, **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kayseri, 14-15 (2002)
5. Droste, D. "Anatomy of the Next Generation of ATE" **IEEE**, 9101(5): 561-564 (2005)
6. Hardenburg, G. "Successful Migration of a Legacy System to an Open Architecture" **IEEE**, 5432(99): 405 (1999)
7. Peet, R. "Teaching Old Tricks to New Dogs" **IEEE**, 8985(5): 3 (2005)
8. Weaver, P. "ATE Obsolescence Solutions; Costs and Benefits" **IEEE**, 7837(3): 624-625 (2003)
9. Dill, H. "Test Program Sets-A New Aproch", **IEEE**, 2793(8): 63-64-65 (1990)
10. Sides, J. "A Depot Users Viwpoint the Need for a Philosophy of User participation and Continuous Improvment in ATE Applications to Electronics Repair" **IEEE**, 2793(8): 423 (1990)
11. İnternet: Kara Harp Okulu "2004 Savunma Teknolojileri Kongresi" <http://www.kho.edu.tr/enstitu/savtek/POSTERLER.pdf> (2004)
12. "Hewlett-Packard Interface Bus" **Hewlett-Packard Test & Measurement Catalog**, 558 (1989)
13. Drenkow, G. "Future Test System Architectures" **IEEE**, 6969(5): 16-17 (2005)

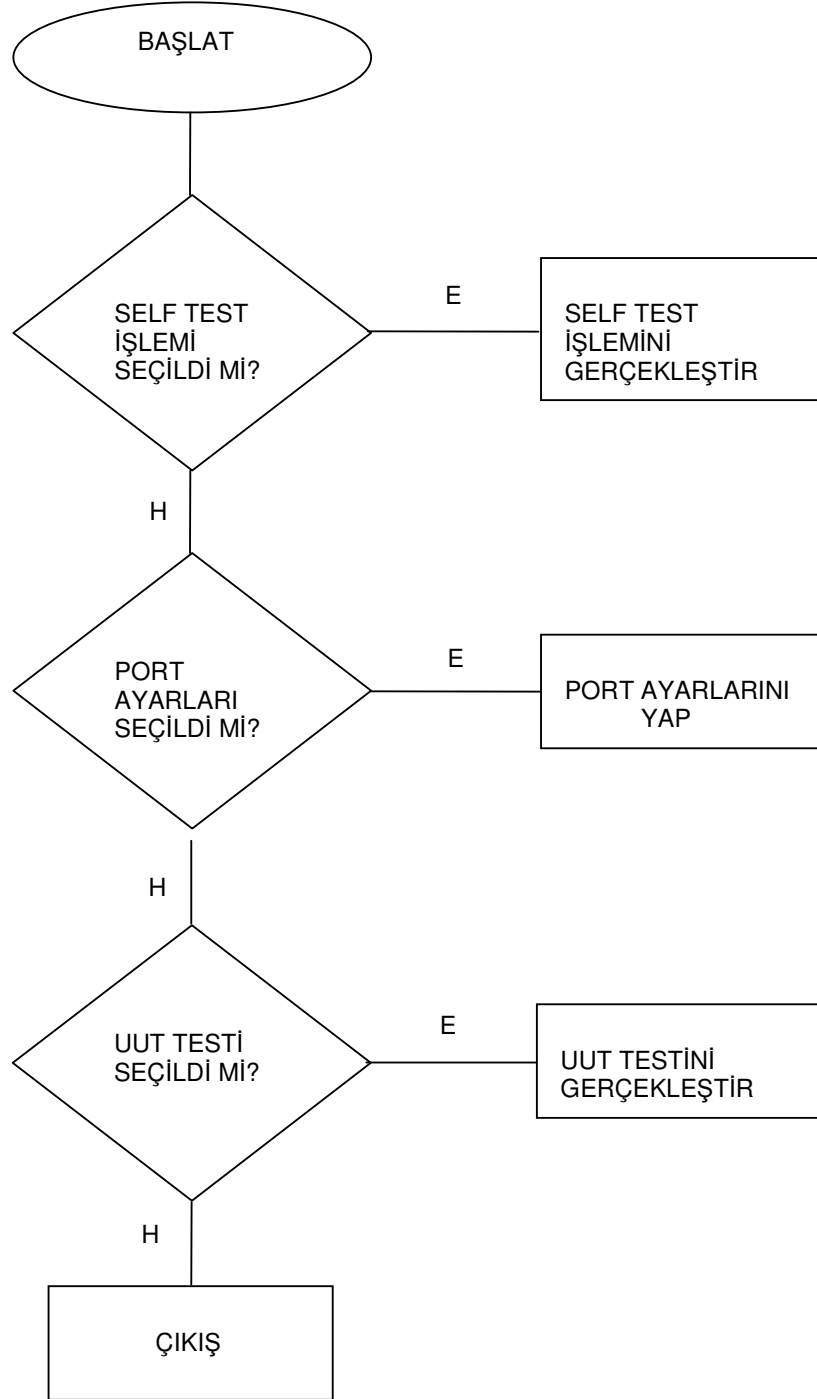
14. Rolke, L. "Using Thermal Analysis to Enhance Fault Isolation Techniques" *IEEE*, 7094(5): 161-162 (2001)
15. "Measurement and Automation", *National Instrument Catalog*, 108-455 (2005)
16. "IEEE-488 and VXIbus Control Data Acquisition and Analysis", *National Instrument Catalog*, 10-11 (1992)
17. Kushnick, E. "The PXI Carrier a Novel Approach to ATE Instrument Development" *IEEE*, 9039(3): 1 (2005)

EKLER

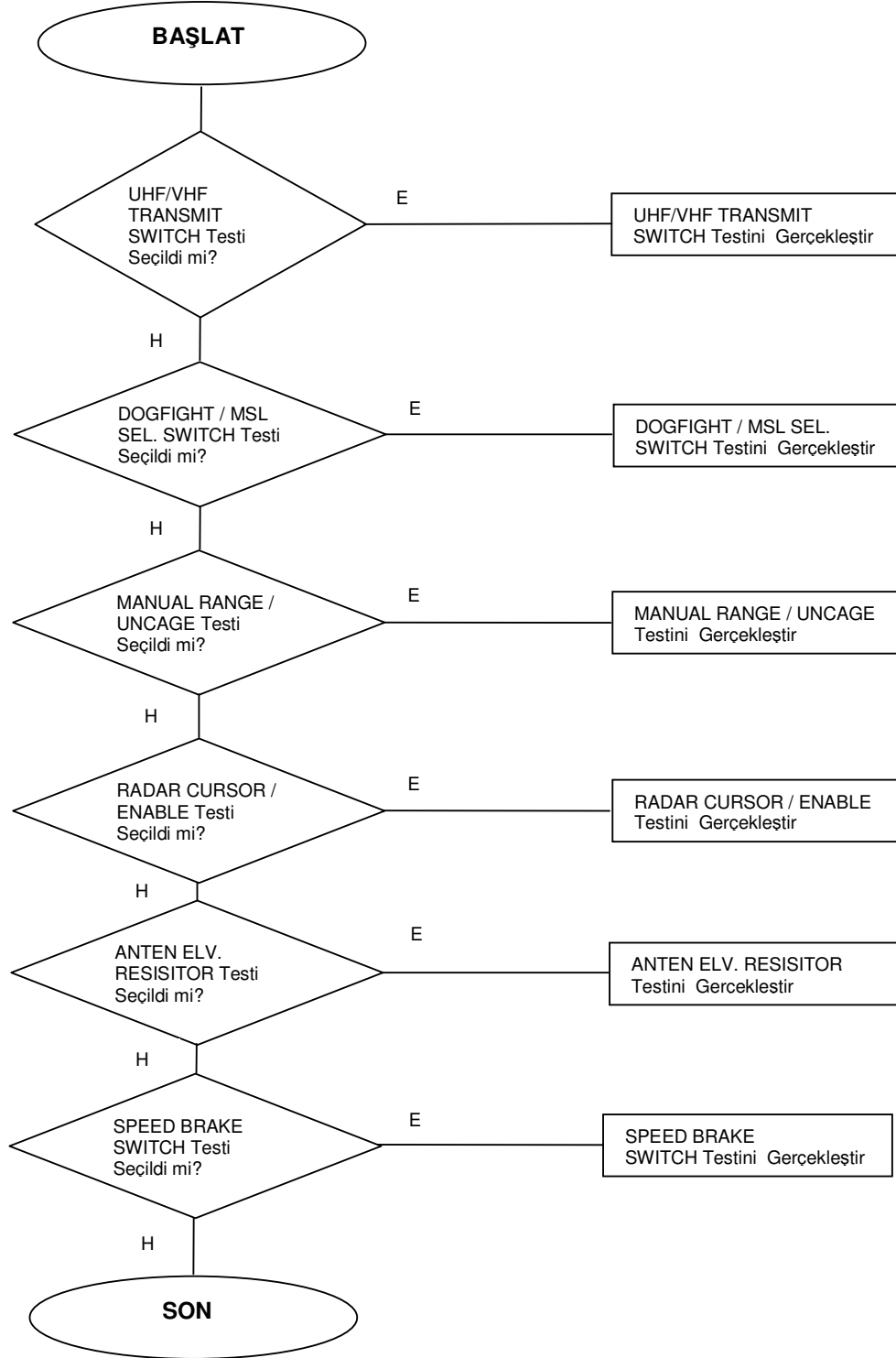
EK-1. UUT ölçüm akış şeması



EK-2. Self test işlemi akış şeması



EK-3. UUT çok konumlu anahtar akış şeması



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KARABULUT, Nihat
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 27.06.1971 Kırşehir
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (312) 811 28 77
Faks : -
e-mail : pnkrb@yahoo.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Erciyes Üni. Mühendislik Fak.	1994
Lise	Kırşehir Lisesi	1988

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1999-2006	Hv.K.K.İği	Mühendis Subay

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Masa Tenisi, Bilgisayar teknolojileri