

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**UÇAK BAKIM**

**DİSPLAYLER VE KOKPİT ALETLERİ**

**Ankara, 2012**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	3
GİRİŞ .....	4
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	6
1. AVİYONİK GENEL TEST CİHAZLARI ÇALIŞMASI VE İŞLEMLERİ .....	6
UYGULAMA FAALİYETİ .....	9
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	10
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	12
2. MODERN UÇAKLARDA KULLANILAN GENEL TİP KATOT IŞIN TÜPLERİ (CRT) .....	12
2.1. CRT Monitör Tipleri.....	14
2.1.1. Monokrom Monitörler.....	14
2.1.2. Renkli Monitörler .....	15
2.2. Çözünürlük.....	18
2.3. Tazeleme Oranı .....	19
2.4. Nokta Oranı.....	21
UYGULAMA FAALİYETİ .....	24
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	26
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	27
3. LİKİT KRİSTAL TİP DİSPLAYLERİN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ .....	27
3.1. LCD Monitör Çeşitleri .....	28
3.1.1. Pasif Matriks Monitör.....	28
3.1.2. Dual Scan Monitör.....	29
3.1.3. Aktif Matriks Monitör .....	29
3.2. LCD Ekran Çalışma Prensibi .....	29
3.2.1. Görülebilir Alan.....	33
3.2.2. Çözünürlük .....	34
3.2.3. Tazeleme Hızı.....	34
3.2.4. Renk Derinliği .....	34
UYGULAMA FAALİYETİ .....	36
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	37
ÖĞRENME FAALİYETİ-4 .....	39
4. ELEKTRONİK GÖSTERGE SİSTEMLERİNİN TİPİK ARANJMANLARI .....	39
4.1. Suni Ufuk .....	39
4.2. PFD – Primary Flight Display .....	40
4.3. ND – Navigasyon Ekranı .....	41
4.4. ASI – Hız Göstergesi (Airspeed Indicator).....	42
4.5. Altimetre .....	43
4.6. Motor Uyarı Ekranı.....	45
4.7. SD – Sistem Ekranı .....	48
4.8. İniş Takımları, Oto Fren, Anti-Skid.....	49
4.9. Basınç İndikatörü .....	51
4.10. Joystick .....	52
4.11. Baş Üstü Panel .....	53
4.12. APU.....	55
4.13. Dış Lambalar.....	56
4.14. Kabin Basıncı.....	59

4.15. Havalandırma .....	59
4.16. Motor ve Kanat Anti-Ice .....	61
4.17. Motor Start .....	62
4.18. Elektrik Kontrol Paneli .....	63
4.19. Yakıt Paneli.....	64
4.20. Yakıt Kolları .....	65
4.21. Kargo Havalandırma .....	66
4.22. Thrust Levers ve Trim Döngüsü .....	68
UYGULAMA FALİYETİ .....	69
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	70
ÖĞRENME FAALİYETİ-5 .....	72
5. KOKPİTTEKİ ALET SİSTEMLERİ .....	72
5.1. Oto Pilot .....	72
5.2. Pedestal – Merkez Panel .....	74
5.3. MCDU – Çok Amaçlı Gösterge.....	75
5.4. ECAM – Merkezi Elektronik Uçak Monitörü .....	76
5.6. Audio Kontrol Paneli .....	79
5.7. Motor Master Switchler .....	80
5.8. Speedbrake.....	80
UYGULAMA FAALİYETİ .....	81
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	81
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	84
CEVAP ANAHTARLARI.....	86
KAYNAKÇA .....	88

# AÇIKLAMALAR

<b>ALAN</b>	<b>Uçak Bakım</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Alan Ortak</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Displayler ve Kokpit Aletleri</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde elektronik gösterge ve aletleri söküp takabilme becerisinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/16
<b>ÖN KOŞUL</b>	Sayı Sistemleri ve Data Çeviriciler modülünü başarmış olmak
<b>YETERLİK</b>	Elektronik gösterge ve aletleri söküp takmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Gerekli donanım sağlandığında bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde elektronik gösterge ve aletleri söküp takabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde alet ve cihazların standartlara uygun kalibrasyonunu yapabileceksiniz.</li><li>2. Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde CRT tüplerini sisteme bağlayabileceksiniz.</li><li>3. Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde LCD gibi göstergeleri çalıştırabileceksiniz.</li><li>4. Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde hava aracındaki elektronik gösterge sistemlerini çalıştırabileceksiniz.</li><li>5. Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde elektronik gösterge sistemlerinin, kokpitteki donanımlarını söküp takabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Sınıf, atölye <b>Donanım:</b> Çeşitli uçak alet ve cihazları, CRT ve LCD monitörler ve çeşitli uçak göstergeleri (borda paneli) ile slaytlar, tepegöz, projeksiyon cihazı, uçak simülasyon cihazı vb.
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modülün içinde yer alan, her faaliyetten sonra verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modülün sonunda, size ölçme aracı ( test, çoktan seçmeli, doğru-yanlış, vb. ) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

# GİRİŞ

**Sevgili Öğrenci,**

Uçak bakım alanı, gün geçtikçe önemini arttıran bir sektördür. Bu sektörde aranılan bir teknik eleman olabilmek için gerekli bilgi, beceri ve tecrübeyi kazanmak büyük önem arz etmektedir. Teknolojinin, sanayinin ve endüstriyel üretimin baş döndürücü hızla ilerlemekte olduğu bu dönemde geleceğimizin teminatı olan siz gençlere önemli görevler düşmektedir.

Geçmişten günümüze her sahada görsellik ön planda olmuştur. Özellikle ölçme ve değerlendirme sahasında eskiden analog ve mekanik ölçme yöntemleri kullanılmaktaydı. Elektronik teknolojisinin hızla gelişmesi ile birlikte görselliğe yeni boyutlar getirilmiştir. Bu sahada önce CRT tüpler daha sonra ise LCD ve LED monitörler, yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzdeki modern uçakların kabinindeki uyarı, ikaz ve gösterge sistemleri tamamen elektronik olarak çalışmaktadır. Ayrıca bir monitör üzerinden birkaç işlem birden gözlemlenebilmektedir. Bu modülde uçaklarda kullanılan göstergeler ve gösterge çeşitleri ele alınmaktadır.

Uçak bakım alanında istihdam edilecek bütün personelin teknik ve modüler eğitimi tamamlamış olmaları gerekmektedir. Bu tür eğitim materyalleri, sizlere bu alanda büyük avantajlar sağlayacaktır.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde alet ve cihazların standartlara uygun kalibrasyonunu yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Aviyonik test cihazlarını araştırınız.
- Test cihazlarının kullandığı haberleşme formatlarını araştırınız.
- ARINC 429 haberleşme formatı hakkında bilgi edininiz.

## 1. AVİYONİK GENEL TEST CİHAZLARI ÇALIŞMASI VE İŞLEMLERİ

Aviyonik sistemler, uçak üzerindeki tüm işlemlerin sorunsuz bir biçimde gerçekleştirilmesini sağlayan elektronik sistemlerdir. Uçağın tipine göre değişmekle birlikte tüm aviyonik sistemlerin kendisine ait özel test cihazları ve performans sorunlarını gidermeyi sağlayan BITE (Built In Test Equipment) sistemleri mevcuttur.

Aviyonik test cihazları; ait olduğu sisteme ait elektronik box sistemini, kokpit kontrol panelini, haberleşme yollarını ve diğer sistemlerle olan ara yüzlerini kontrol etmek amacıyla kullanılır. Resim 1.1'de görülen aviyonik test cihazı kullanılarak uçak üzerindeki ARINC 429 bus sisteminin aviyonik testleri yapılabilmektedir.

BITE (Built In Test Equipment), aviyonik sistemlere ait box sistemlerinin (bilgisayar kontrol kısmını oluşturan alıcı-verici vb.) içinde bulunan self-test ekipmanlarıdır. Bu ekipmanlar kullanılarak uçak üzerinde takılı vaziyetteki aviyonik sistemlerin, bazı kontrollerini yapabilir ve arızalarını tespit edebiliriz.

Uçak üzerinde bulunan denetleyicilerin (controller), gösterge ve haberleşme ekipmanlarının diğer data (veri) bağlantılarıyla olan kumanda geçişleri için durum raporları ile haberleşmeye ihtiyacı vardır. Bir uçak büyük bir bilgisayar ağı gibidir. Bu ağdan beklenen şey daha fazla işin, daha güvenilir olarak yapılmasıdır. Ancak yapılan işin miktarı daima ikinci plandadır asıl önemli olan güvenilirliktir.

ARINC 429, ticari uçaklarda yerel network tanımlamasında kullanılan bir özelliktir ve aviyonik sistem elemanları arasında dijital datanın transferi için kullanılan bir endüstri standardıdır.

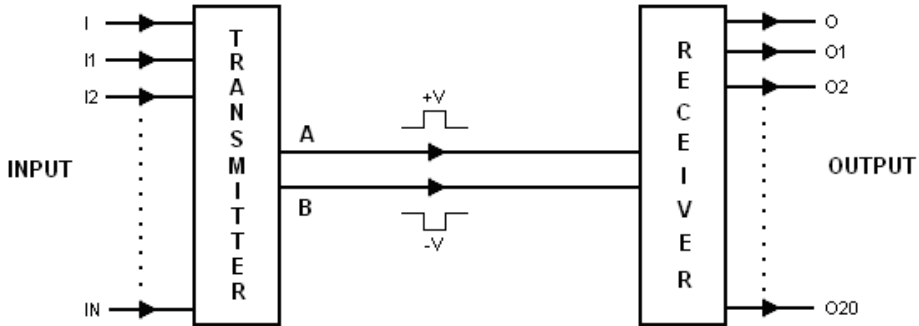


Özellikle büyük yolcu uçaklarında çok sayıda kontrol yüzeyi ve iç donanımı bulunduğu için iletim hattında çok fazla miktarda kablo kullanılması gerekmektedir. Günümüz uçaklarında konfor ve ihtiyaçlara cevap verebilmek amacıyla birçok sistem geliştirilmiş olup bunların birçoğu pilot tarafından kumanda edilmektedir. Eğer bu sistemlerin her biri için ayrı bir iletim hattı kullanılmış olsaydı özellikle büyük yolcu uçaklarında tonlarca ağırlığında kabloya ihtiyaç olacak, bunun sonucunda da ağırlık artışı, maliyet artışı, bakım/tamir zorluğu ve iç karışıklıklar gibi sorunlarla karşılaşılacaktı.



**Resim 1.1: ARINC 429 bus sistemi aviyonik test cihazı**

Bu sorunlardan kurtulmanın yolu, iletim hattındaki verileri her bir ağıza ayrı ayrı götürmek yerine tek bir hat üzerinden ulaştırmaktır. Bu amaçla uçaktaki farklı kısımlardan gelen verileri seri olarak gönderme prensibi ile çalışan seri veri iletimi kullanılmaktadır. Fakat seri iletim yöntemindeki bazı dezavantajlar güvenilirliği azalttığından bu yöntemin uçak üzerinde direkt olarak kullanımı uygun olmamaktadır. Bunun üzerine temeli RS 232 standardına sahip ARINC 429 standardı geliştirilmiştir.



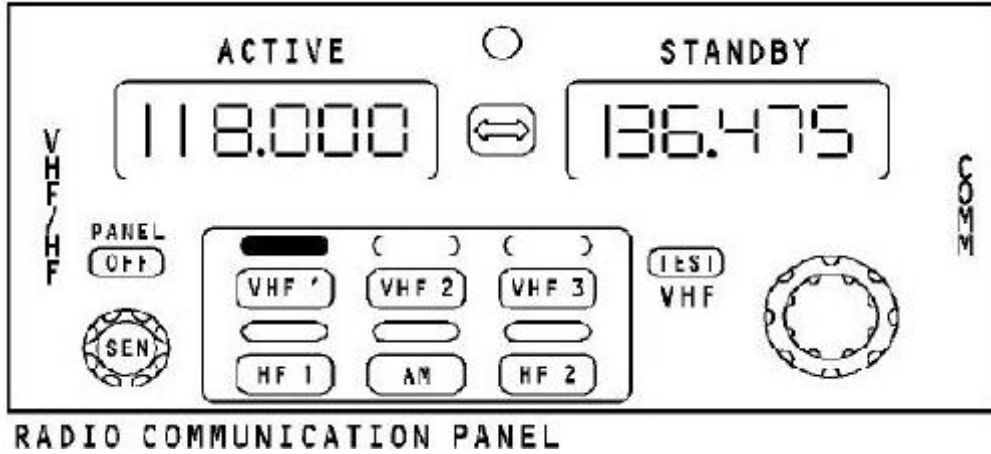
**Şekil 1.1: ARINC 429 sisteminde alıcı-vericilerin bağlantısı**

ARINC bilgileri 32 bitlik bir bilgidir ve seri olarak iletimi yapılır. Bu bilgi; etiket, SDI, data, SSM ve eşlik biti olarak adlandırılan beş bölüme ayrılmış bir formata sahiptir. ARINC biti sayıcı 1 (LSB)'den 32 (MSB)'ye kadardır. ARINC 429 bus tester ile dışarıdan uçağın ilgili sistemlerine veri paketleri gönderilerek bu paketlerin sağlıklı bir şekilde ilgili sisteme ulaşmış olmasının kontrolü yapılmaktadır.

32	31	30	29			11	10	9	8		1
P	SSM	DATA MSB				DISCRETES LSB		SDI			LABEL

**Şekil 1.2: ARINC bilgi formatı**

Bunun dışında boxların içerisinde gömülü BITE test ekipmanları her sistemin işlevine göre ayrı test işlemlerini gerçekleştirmektedir. Örneğin VHF haberleşme sistemine ait transceiver içinde bulunan BITE ekipmanı VHF transceiver'in uçak yerde iken sinyal gönderme ve almasıyla ilgili testlerin yapılmasını ve verici-alıcı modlarının sağlıklı çalışıp çalışmadığını kontrol etmektedir. Radyo haberleşme paneli için mevcut olan BITE ekipmanı ise radyo kontrol panelinin VHF transceiver'dan sinyal alıp almadığının kontrolünü yapar. Şekil 1.3'te görülen panelde çalışma durumu normal ise aktif ve stand-by frekans penceresinde ilgili frekans bilgisi görünür. Ancak bir arıza olması durumunda panel üzerindeki frekans pencerelerinde FAIL FAIL ya da PANEL FAIL uyarısı görünür. Bu durumda ilgili sistemde VHF transceiver'in bağlı olmadığı, VHF transceiver'in enerjili konumda olmadığı, ARINC 429 veri yolu ile ilgili bir problem olduğu ya da kablolama hatası olduğu anlaşılır. İlgili işlem gerçekleştirilerek arıza giderilir.



**Şekil 1.3: Normal çalışmada RCP görüntüsü**

## UYGULAMA FAALİYETİ

Bus test cihazını kullanarak bus test işlemini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kokpit eğitim seti ile ARINC 429 bus test cihazının bağlantısını yapınız.</li><li>➤ Label 315 hexa A1 Equipment ID ile birlikte stabilizer pozisyonunu gösterirken hexa 04 Equipment ID ile birlikte wind speed'i gösterdiğini kontrol ediniz.</li><li>➤ ARINC 429 ölçme cihazını kullanarak bir ölçme yaparken label ile birlikte Equipment ID'yi de ölçeceğiniz ARINC 429 mesajının Equipment ID'sine ayarlayınız.</li><li>➤ ARINC 429 mesajının taşıdığı değeri hexadecimal olarak veya mesajda iletilen büyüklükle ilgili birim cinsinden decimal olarak display'de okuyunuz.</li><li>➤ ARINC 429 word'u bit bit ledlerden gözlemleyiniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.</li><li>➤ İşlemlerinizi mutlaka öğretmeninizin gözetiminde gerçekleştiriniz.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Aviyonik test cihazları ait olduğu sistemin sadece elektronik box sistemini kontrol etmektedir.
2. ( ) Aviyonik test cihazları her uçak tipine göre farklılık göstermektedir.
3. ( ) BITE ekipmanları, sadece kontrol panelinin testini gerçekleştirir.
4. ( ) Aviyonik test cihazları, uçak yerde iken sisteme bağlanarak sistemin çalışma performansını kontrol etmeye yarar.
5. ( ) ARINC bilgileri 32 bitlik bir bilgidir ve seri olarak iletimi yapılır.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Uygulamalı Test”e geçiniz.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Kokpit eğitim seti ile ARINC 429 bus test cihazının bağlantısını yaptınız mı?		
2.	Label 315 hexa A1 Equipment ID ile birlikte stabilizer pozisyonunu gösterirken, hexa 04 Equipment ID ile birlikte wind speed'i gösterdiğini kontrol ettiniz mi?		
3.	ARINC 429 ölçme cihazını kullanarak bir ölçme yaparken label ile birlikte Equipment ID'yi de ölçeceğiniz ARINC 429 mesajının Equipment ID'sine ayarladınız mı?		
4.	ARINC 429 mesajının taşıdığı değeri hexadecimal ve decimal olarak display'de okudunuz mu?		
5.	ARINC 429 word'u bit bit ledlerden gözlemlediniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Bakım dokümanlarında (Aircraft Maintenance Manuel-AMM) belirtildiği şekilde CRT tüplerini tanıyacak, bunları sisteme bağlayabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Bir elektriksel sinyal, siyah beyaz resme nasıl dönüşmektedir?
- Siyah beyaz görüntü, günümüzde kullandığımız renkli görüntüye nasıl dönüşmektedir? Evlerimizde kullandığımız televizyon ve bilgisayarlardaki monitör ebatları hakkında bilgi toplayınız.
- Uçak üzerinde kullanılan CRT ekranların yerleşimini araştırınız.

## 2. MODERN UÇAKLARDA KULLANILAN GENEL TİP KATOT IŞIN TÜPLERİ (CRT)

Monitör, çoğu zaman ekran olarak da bilinir. Görüntüleri oluşturan, içeren ve gösterime sunan bir araçtır. Bilgisayarların çoğunda katot ışınlı (CRT-Cathod Ray Tube) monitörler kullanılır. Katot ışınlı monitörlerin görüntü oluşturma mantığı TV ile aynıdır. LCD (Liquid crystal display/likit kristal gösterge) ve plazma monitörler ise daha hafif oldukları ve daha az yer kapladıkları için çoğunlukla taşınabilir sistemlerde kullanılır. Monitör, grafik kartları ile birlikte bilgisayarın temel görüntü sisteminin bir parçasıdır. Hem giriş hem de çıkış birimi olarak kullanılır. Giriş ve çıkış birimlerinden gelen verilere ait sonuçların görüntülenmesini sağlar. Geçmişte uçaklarda birçok elektromekanik gösterge kullanılmasına rağmen günümüzdeki modern uçaklarda elektronik göstergelerin kullanılmasına başlanmıştır. Elektronik göstergeler güvenilirliği arttırmış ve elektromekanik göstergelere göre daha fazla serbestlik kazandırmıştır. Uçaklar üzerinde CRT (Katot ışınlı tüp), LCD (Likit kristal gösterge) ve LED (Light emitting diode) tipli göstergeler kullanılmaktadır.

CRT monitörlerin çalışma prensibi hemen hemen tüm monitörlerde aynı olup monochrom/renglidir. CRT, elektron parçacıklarının hareketini kolaylaştırmak için havası alınmış bir tüpten ibarettir. Tüpün elektron tabancası kısmında bulunan katot levhaları ısıtıldığında tüpün içinde serbestçe dolaşan elektronlar oluşur. Katot negatif olarak yüklenirken tüpün koni kısmında bulunan yüksek gerilim bağlantısına pozitif bir yüksek gerilim uygulanarak anot oluşturulur. Anot ile katot arasındaki büyük gerilim farkı, bu serbest elektronların ekrana doğru gelmesine neden olur. Sabit olarak yerleştirilen odaklama elemanları bu elektronları bir araya getirerek bir demet (ışın) hâlinde ekranın tam ortasına

odaklar. Bu demeti ekranın istenilen taraflarına yönlendirmek için elektron tabancasından sonra yerleştirilmiş olan yatay ve düşey saptırma bobinleri kullanılır. Elektron demetinin, ekranda gezdirilmesi suretiyle görüntüler ortaya çıkar.

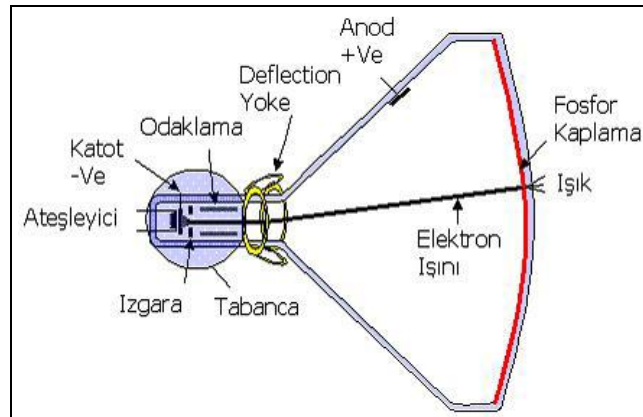


Şekil 2.1: Kokpitte CRT monitör görüntüsü



Şekil 2.2: CRT monitör arka kısım görüntüsü

Tuner katından işaret geldiği sürece bu elektron demeti ekranın sol üst köşesinden başlayarak fosfor ile kaplı ekranı tarar. Burada fosfor kullanılması nedeni son nokta taranıncaya kadar resmi ekranda tutmaktır. Elektron fosfora çarptığında onu parlatır ama bu parlaklık çok uzun sürmez. Onun içindir ki görüntü değişirse bile aynı işlemin tekrar tekrar yapılması gerekir. Katodlar ekranı sürekli olarak tazeler. Tarama ve tazeleme işlemi, ekranda satır satır yapılır. Bir text ekranın genişliği 80 karakter boyu ise 25 satırdır.



Şekil 2.3: Siyah-beyaz resim tüpünün iç yapısı

Renkli bir TV’de her bir resim 525 hattan oluşur. Uçak göstergelerinde kullanılan hat sayısı ise 512 ile 1024 arasındadır. Grafik ekranda noktalar (pikseller) bulunur. Bir ekranda piksel sayısı arttıkça ekran çözünürlüğü de artar. En çok kullanılan çözünürlükler 640 x 480, 800 x 600 ve 1024 x 768 piksel olarak sayılabilir. Görüntü kalitesi açısından ekranın kaliteli olması da önemlidir. Titreşimsiz ve az radyasyonlu olan ekranlar tercih edilmelidir. Ekran boyutları 14, 15, 17, 19, 20 veya 21 inch büyüklüğünde olabilir. Ancak uçaklarda kullanılan ekran tipleri (PFD ve ND ekranları için) 8X8 inch boyutundadır.

Ekranlardaki görüntü netliği noktalar arasındaki uzaklıkla ilgilidir. İki nokta arasındaki uzaklık ne kadar azsa o kadar iyi görüntü elde edilir. Ekrandaki noktalar arası uzaklığı 0,28 mm ve daha az olanlar tercih edilmelidir.

## **2.1. CRT Monitör Tipleri**

Monitörleri sınıflandırırken sadece renkli ve monokrom olarak sınıflandırmak yeterli değildir. Sinyal standartları ve video adaptörlerine uyumlulukları gibi özelliklerini de dikkate almak gerekir.

### **2.1.1. Monokrom Monitörler**

Monokrom monitörler, tek bir renk gösterme özelliğine sahiptir. Bu özellik, sahip olduğu crimson maddesine göre değişir (Amber, yeşil, beyaz).

Bilgisayar monitörleri de televizyonlar gibi plastik muhafaza içinde gerekli elektronik devreleri, güç transformatörü ve resim tüpünü içerir. Bu monitörün resim tüpü, aynı bir televizyon tüpü gibi çalışır. Katot ışınlı tüp (CRT, Cathode Ray Tube) denilen bu tüp, havası boşaltılmış mühürlenmiş bir cam konidir.

Koninin geniş tarafı düz ve dikdörtgen biçimindedir. Bu kısım, monitörün ekranını oluşturan kısımdır. Koninin diğer tarafı dardır, katot levhaları ve küçük tel ızgaraları içerir. Bu katot levhaları ısıtıldığında tüpün içinde serbestçe dolaşan elektron bulutları oluşturur.

Katot negatif olarak yüklenirken dış kısmına pozitif bir yüksek gerilim (26000 V) uygulanarak katot ışınlı tüpün anodu veya pozitif kutbu oluşturulur. Anot ve katot arasındaki büyük gerilim farkı, bu serbest elektronların ekrana doğru fırlatılmalarına neden olur.

Sabit olarak yerleştirilmiş odaklama elemanları, bu elektronları bir araya getirerek bir ışın hâlinde ekran üzerine odaklar. Bu, ekranın ortasında oldukça parlak bir nokta oluşturur.

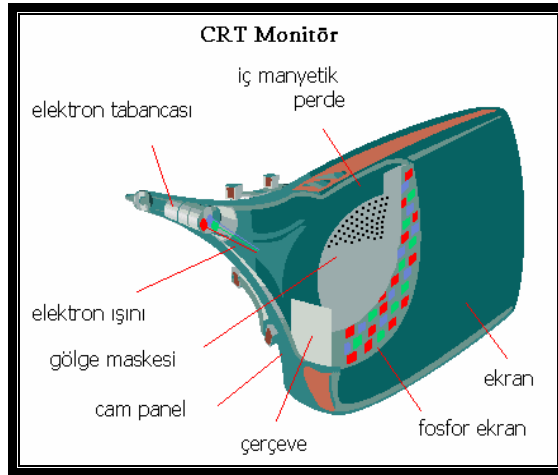
Ancak anlaşılır bir resmin oluşturulması için bu noktaların birçoğu gerekir. Bunun için ışığı çevreleyecek şekilde dört kalın bobin yerleştirilmiştir. Bu bobinler ışını, ekranın herhangi bir yerine yönlendirebilir. Ekranın iç kısmı, son nokta aydınlatılana kadar ilk aydınlatılan noktanın görünebilmesini sağlayan fosforlu bir maddeyle kaplıdır. Bu kaplamanın kalıcılığı, oluşan resmin daha yumuşak geçişli olmasını sağlar. Kalınlık çok uzunsa resim bulanık olur. Resmin tamamı oluşturulduktan sonra elektron demeti, sol üst köşeye geri dönerek noktaları yeni bir elektron dizisiyle taramaya başlar.



Işın, monitör açık olduğu ve grafik kartından işaret almaya devam ettiği sürece ekrandaki resmi yeniden çizer. Elektron demetinin, ekranı bir saniyede kaç defa taradığını belirleyen, grafik kartı tarafından oluşturulan düşey tarama frekansdır.

Elektron demeti her seferinde tek noktanın üzerine düşer ve noktayı ya aydınlatır ya da aydınlatmaz. Buna göre aydınlatılan her piksel, ekranın içindeki fosforun rengini alır. İlk monokrom monitörlerde yeşil fosfor kullanılırken daha sonra çıkanlarda amber renkli kaplama kullanılmıştır. Günümüz monokrom monitörlerinin neredeyse tamamının fosforu beyazdır.

- **TTL monokrom monitörler:** Dijital giriş sinyali ve yatay dikey senkronize sinyalleme işlemlerinin takibinde kullanılır. VGA desteği verir. TTL monitörler, sadece siyah beyaz veya bir parlaklık işareti görüntüleyebilen monokrom monitörlerdir. Bir sayısal monokrom işareti kullanırlar.
- **Composite monokrom monitörler:** En düşük çözünürlüklerdeki monokrom sistemlere ulaşabilen PC'ler için aynı seviyede CGA desteği veren monitörlerdir.
- **VGA monokrom monitörler:** Herhangi bir değişiklik yapmadan VGA ekran kartıyla çalışabilme özelliğine sahip monitörlerdir.
- **Çok taramalı monokrom monitörler:** Bu tip monitörler, diğer monitörlere nazaran pek tercih edilmez. VGA teknolojisini destekler.



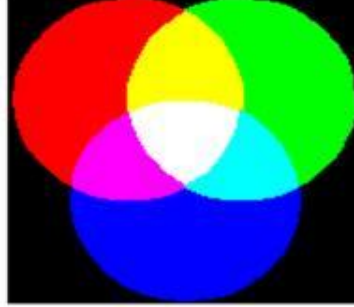
Şekil 1.4: Çok taramalı monokrom monitörler

### 2.1.2. Renkli Monitörler

Bir CRT monitör, havası boşaltılmış kapalı bir cam şişe olarak düşünülebilir. Çok dar bir boyunla başlar, oldukça geniş ve binlerce fosfor noktacığında (**dot**) oluşan bir monitör ekranıyla sona erer. Fosfor (phosphor), elektron çarptığında ışığı emen ve yayan kimyasal bir maddedir. Elektron tabancasından (electron gun) gelen ışınları emerek taranan renklerin görüntülenmesine yardım eder. Monitörler, sahip oldukları elektron tabancaları sayesinde bu noktacıklara (dot) elektron dizilerini gönderir ve farklı fosforlar da bu elektronları farklı

renkteki ışınlar hâlinde yayar. Her nokta, üç ayrı renkteki (kırmızı, yeşil, mavi) fosfor damlacığından oluşur.

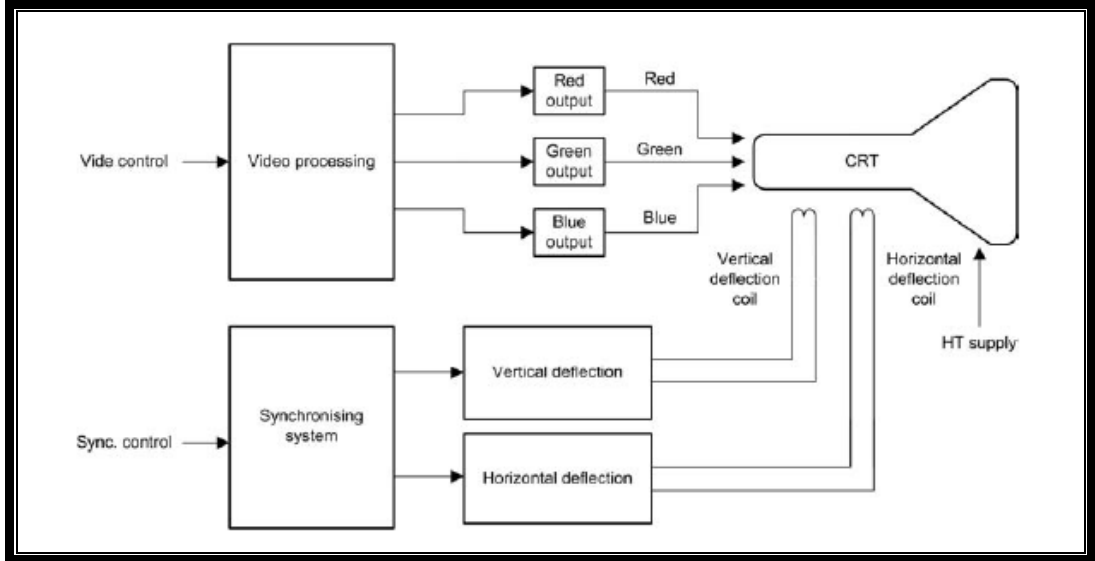
### Kırmızı, Yeşil ve Mavi



Şekil 2.5: Renkli monitörlerin renk oluşumu

Fosforun bu grupları bir araya gelerek piksel denilen yapıları oluşturur ve ilgili pikselde ne yapıldığını belirler.

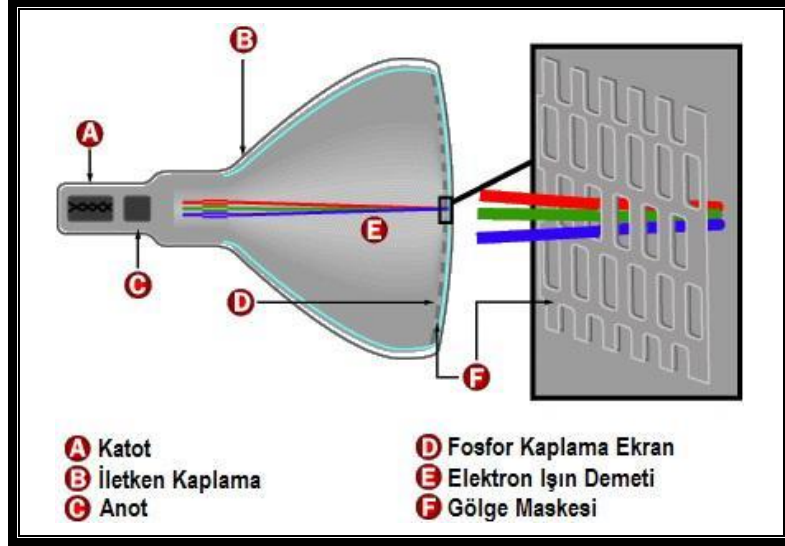
Piksel, resim elemanının en küçük birimidir. En küçük adreslenebilen, atanan renk ve parlaklıktır. Piksel, sayılarla ifade edilir. Monitör teknolojisinde gelişmelerin temelini, piksel yapılarının farklı yapılar kazanması oluşturmaktadır.



Şekil 2.6: Renkli CRT monitör blok diyagramı

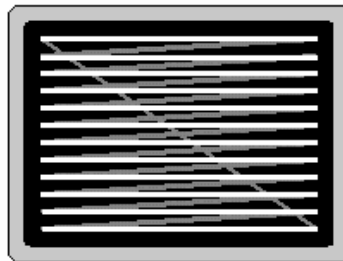
Tüpün boyun kısmında elektron tabancası (electron gun) vardır. Elektron tabancası, katottan ibarettir. Kaynağı ısıtarak elementleri odaklar. Renkli monitörler, her bir fosfor rengi için üç tabancaya sahiptir. Farklı parlaklık kombinasyonlarındaki yeşil, mavi ve kırmızı fosforlar milyonlarca rengin oluşmasını sağlar. Bu işlem additive colour olarak isimlendirilir.

Additive colour, bütün renkli CRT monitörlerin temelidir. Elektron tabancasından elektron atılır ve fosforlar birbirine yaklaştırılarak (converge) hangisinin daha kuvvetli olduğu belirlenir. Bu işlem gerçekleşirken fosfor tarafından tek bir renkte (doğru olan renk) ışık emilir.



Şekil 2.7: Renkli CRT ekran

Convergence, renkli monitörlerde yeşil, kırmızı ve mavi fosforların elektron ışınının doğru zamanda işlenmesidir. Tabancaların converge özelliklerinin iyi olması, resimlerin daha kesin görüntülenmesini sağlar. Eğer bir monitör düşük convergence gösteriyorsa objelerin kenarları yeşil, kırmızı veya mavi renkte görünür. Katot yeteri kadar ısındığında, yani negatif şarj edildiğinde tabanca elektron ışınları yayar. Bu ışın, odaklama elementleri tarafından daraltılır. Anot, pozitif şarj edildiğinde elektronlar ekran yakınına konumlandırılır. Fosfor grupları, insan gözüne en orijinal görüntü verecek özelliktedir. Elektron ışını fosfor noktalarından çıkmadan önce, fosforun ön kısmında yer alan yüzeye doğru gider. Bu kısım gölge maskesi (shadow mask) olarak isimlendirilir. Gölge maskesi elektron ışınını maskeler ve tek bir fosfor noktasına çarpması için küçültür.



Şekil 2.8: Raster

Elektron ışını, deflection yoke tarafından oluşturulan manyetik alan etrafında döner. CRT'nin boyun kısmında yer alan ve ışın taramada kullanılan küçük parçalara **deflection yoke** denir. Şekil 2.8'de görüldüğü gibi elektron, sol üstten başlar satır satır veya raster

(dikdörtgen bir resim elemanında görüntü için sunulan veri) şeklinde devam eder. Raster işlemleri (ROPs), rasterin bir bölümünde veya tamamında gerçekleştirilebilir.

Ekranın üzerinde görüntü oluşturmak için imaja ait pikseller enerjik elektronlar tarafından fosfor üzerinde çarpılır. Bu çarpışmalar, enerjiyi ışığa çevirir. Böylece bir işlem tamamlanır. Elektron ışını bir aşağıya kayar ve bu işlemler tekrarlanır. Bu işlem ekranın en altına ininceye kadar tekrarlanır. Bundan sonra elektron ışını bir üste döner ve aynı işlemleri yapmaya tekrar başlar.

Bir monitör için en önemli olan şey, seçilen çözünürlükte (resolution) ve renk paletinde (colour palette) düzgün görüntü vermesidir. Bu özellik aynı zamanda grafik kartlarının performanslarının karşılaştırılmasında önemli bir karakteristik özelliktir. Yüksek performanslı bir grafik hızlandırıcısına sahip olunsu bile yüksek çözünürlükte ve tazeleme oranına (refresh rate) sahip bir monitör kullanılmıyorsa monitörde oluşan titreşimler engellenemez. Bir ekranın parazitli veya titreşimli bir görüntüye sahip olması göz bozukluklarına, baş ve migren ağrılarına sebep olabilir.

## 2.2. Çözünürlük

Çözünürlük, ekran kartı tarafından gönderilen görüntüyü dikey ve yatay olarak işlerken kullanılan piksel sayısıdır. Çözünürlük ölçü birimi olarak dpi (dots per inen; inch başına nokta) kullanılır. Örneğin 300 dpi değeri, bir grafikte her 1 inch (2,54 cm) için 300 piksel (nokta) kullanıldığını ifade eder. Standart VGA çözünürlüğü 640x480 pikseldir, SGVA çözünürlüğü ise 800x600 veya 1024x768 pikseldir.

Monitörün çözünürlüğü, görüntünün ayrıntılı şekilde görüntülenmesini sağlayan etkenlerdendir. Örneğin 1024x768 çözünürlüğündeki bir CRT monitör, soldan sağa yatay olarak 1024 pikseli parlatır. Bu, ekranın kenarına ulaştığında durur ve bir sonraki satıra geçer. Işın, bu işlemi 768 satır sürene kadar tekrarlar. Işın en alta ulaştığında en üst satıra döner ve aynı işlemleri yapmaya tekrar başlar. 75 Hz tazeleme oranına sahip bir monitör, bu döngüyü saniyede 75 defa yapar. Eğer, CR'nin tazelenmesi çok yavaşsa gözlerimizi yoracak şekilde monitörde bir titreme görünür.

Ekranın fiziksel uzunluğunu ekranın boyutları belirler. 14 inch'lik bir monitörün genişliği yaklaşık olarak 11 inch'tir. 14 inch monitörlerin çoğu 0,28 mm nokta uzaklığında imal edilmiştir. Ancak monitörler, ekranın eninin ve boyunun tamamını kullanmaz. Buna göre 14 inch'lik monitörler bu çözünürlüğü 0,28 nokta aralığı ile gösteremez.

Monitör basitçe belirtilen çözünürlüğü kendi görüntüleyebileceği çözünürlüğe çevirir. Ancak bu yöntem, ekran çözünürlüğünün doğruluğuna dayanan uygulamalarda uygun resimler üretemez. Daha yüksek çözünürlük daha büyük bir monitör gerektirir. Çünkü daha fazla bilgi görüntüleyebilmek için daha fazla alana ihtiyaç vardır. Bir resim oluşturulurken ışın, bir grid veya raster oluşturabilmek için soldan sağa ve yukarıdan aşağıya doğru hareket ederek tarar. Grid üzerindeki parlaklık artırılıp azaltılarak imajın formu belirlenir.

Standart çözünürlükteki bir monitörde büyük “E” harfi Şekil 2.9’da görüldüğü gibi yapılmaktadır.



Şekil 2.9: Monitörde büyük “E” harfinin gösterimi

### 2.3. Tazeleme Oranı

Elektron tabancası, CRT’nin noktacıklarını üst sıradan başlayarak en alt sıraya kadar tarar. Bundan sonra elektron tabancası, grafik kartından kendisine gelen diğer ekran görüntüsünü CRT üzerinde oluşturmak üzere tarama işlemine devam eder. Bir tam ekran tarandıktan sonra yeni bir görüntü oluşturmak üzere tarama işleminin başlamasına ekranın tazelenmesi denir. Bu tazeleme olayının saniyede kaç kez tekrarlandığı ise tazeleme hızıyla ölçülür. Saniyede 60 Hz’lik tazeleme hızına sahip olan bir monitör, saniyede 60 ekran taramaktadır. Tazeleme hızı için belli başlı değerler Tablo 2.1’de görülmektedir.

Tazeleme Oranı	Yorum
60 Hz	Çoğu bilgisayar kullanıcısı için bu tazeleme oranında sorun yoktur. Ancak bazı insanlar, bu değerde titremelerin farkına varabilir.
75 Hz	Birçok insan için titreme olmadan çalışılabilecek bir tazeleme oranına sahiptir.
=>85 Hz	Uzun süre bilgisayar başında çalışacak kullanıcılar için tam saat verilemez. Çünkü bu kişiden kişiye değişir.

Tablo 2.1: Frekansın etkisi

Belli bir çözünürlükte belli bir tazeleme oranını seçebilmek için hem monitör hem de grafik kartı tarafından bunun desteklenmesi gerekir. Örneğin 17 inch’lik ve 1280x1024 çözünürlüğe sahip bir monitörde çalıştığımızı düşünelim. Bu çözünürlükte 75 Hz’lik optimal bir tazeleme hızı istiyorsak bu değer kesinlikle monitör ve grafik kartı tarafından desteklenmelidir.

Günümüzde birçok monitör “plug & play” uyumlu olarak üretilmektedir. Bu monitörler sisteme takıldığında monitörümüz sistem tarafından algılanır. Bu durumun getirdiği avantajlar, Windows’un monitörümüzün hangi çözünürlükte hangi tazeleme oranını desteklediğini bilmesi ve böylece hata yapılmasını önlemesidir.

Bir bilgisayar grafiği, bir sinyal yardımı ile Windows’un masaüstü çözünürlük ve tazeleme oranında oluşturulur. Bu sinyal, yatay tarama frekansıdır (HSF) ve KHz cinsinden ölçülür. Düşey tarama frekansı, tüm ekranın saniyede kaç defa tarandığını gösterir. Bu değer

Hertz (Hz) ile belirtilir. 70 Hz'in üzerindeki frekanslar, uzun bilgisayar çalışmaları için ergonomik veya kabul edilebilirdir.

Bir monitörün satır sayısı ile düşey tarama frekansının çarpımı yatay tarama frekansını verir. Bu, elektron demetinin, ekranın solundan sağına saniyede kaç defa gidileceğini gösterir. Buna göre 480 satır çözünürlüğünde ve 70 Hz düşey tarama frekansına sahip monitörün, 480x70 veya 33600 Hz (33,6 KHz)'dir. Bu durumda elektron demeti saniyede 33600 satırı tarayacaktır.

VGA monitörlerin çoğu maksimum 35 KHz yatay tarama frekansına göre tasarlanmıştır. Buna göre 14 inch monitörlerin çoğu 70 Hz düşey tarama frekansında daha yüksek çözünürlükleri görüntüleyemez. 16 inch veya 20 inch diyagonale sahip monitörler, genellikle daha yüksek çözünürlükte üretilir. Bu monitörler, daha yüksek yatay tarama frekansları için tasarlanmışlardır. Çözünürlüğün ve tazeleme oranının yükselmesi HFS sinyalinin artmasına bağlıdır. Çoklu tarama (multiscanning) veya otomatik tarama (autoscan) monitör, minimum ve maksimum HSF değerleri arasındaki bir sinyal değerinde işlem görür. Eğer sinyal monitörün değerinden düşükse görüntülenemeyecektir. Multiscan bir monitör farklı çözünürlüklerde görüntü verebilir. Tek taramalı monitör sadece belirli bir çözünürlükte görüntü verir. Autoscan monitörlerde yer alan bir mikroişlemci tarafından yatay ve dikey frekansların otomatik senkronizasyon sağlar. Bir autoscan monitör, gelişmiş video adaptörleri ile çalışabilir.

- **Geçmeli tarama kipi:** Monitör, video denetleyicisinden seri olarak veya sıra ile aldığı bilgileri işler. Buna göre pikseller tam grafik kartının gönderdiği verideki sıraya göre aydınlatılır. Bu nedenle normal şartlarda bir elektron demeti sol üst köşeden başlayarak ekranın sağ alt köşesine kadar bütün resmi oluşturacak biçimde gereken pikselleri sırayla aydınlatır. Bu durumda her üç elektron demeti video denetleyicisine bağımlı aletler durumundadır. Asıl yönetici video denetleyicisidir. Video denetleyici RAM'dan aldığı bilgiye göre resmi oluşturup sıralamayı yapan denetleyicidir.

Her renkli VGA monitörü, bir VGA denetleyicisinin düşük çözünürlüğünde (480 satır) 70 Hz düşey frekans verebilir. Video denetleyicisinin gönderdiği tüm komutları uygular. Ancak daha yüksek çözünürlükte bu olanaksız hâle gelebilir. VGA kartlarının çoğu daha yüksek çözünürlüklerde düşük frekanslar kullanır. Bu ise monitöre ek satırları taramak için zaman kazandırır. Ancak bu yöntem özellikle geniş parlak alanlar görüntülediği zaman görünür bir kırışmaya sebep olur. Geçmeli tarama yöntemi, grafik bağdaştırıcısının bu kırışmayı kabul edilebilir düzeye indirmesini sağlar. Geçmeli tarama kipinde denetleyici, monitöre her satırı ardı ardına göndermez. Her iki satırdan ikincisini atlayarak gider. Dolayısıyla bir seferde monitörün sadece yarısı yani tek numaralı satırlar taranır. İkinci ekran taranışında ise çift numaralı satırlar taranır. Denetleyici monitöre bu şekilde iki resmi dönüşümlü olarak gönderir. Bu resimlerden her biri bütün ekran resminin yarı bilgisini içerir. Monitör, bu yarı resimleri 70 Hz'de bile rahatlıkla görüntüleyebilir. Çünkü bir seferde satırların yarısı taranmaktadır. Bu, ekranda daha fazla satır bulunsa da yapılabilir. Bu yöntemde de bir miktar kırışma olur. Yalnız bunu uzun süre bilgisayar başında çalışırsak fark edebiliriz.

Birçok monitör video denetleyicisiyle aynı hızda (düşey frekansta) çalışmamaktadır. Bunun sonucunda video denetleyicisi yavaşlamak sonunda kalmaktadır. Bu nedenle grafik kartlarının çoğu yüksek çözünürlüklerde düşük frekansta çalışacak şekilde veya geçmeli taramaya geçecek şekilde tasarlanmıştır. Kartların çoğu bu şekilde tasarlanmış olsa da yüksek çözünürlüklerde optimum tarama frekanslarında çalışmaz.

- **Çok taramalı monitörler:** Çok taramalı monitörler değişik grafik kartlarıyla çalışabilir. Bu monitörler belirli bir yatay tarama frekansı aralığı içinde herhangi bir video işaretine senkronlanabilir. Çok taramalı monitörlerde, genellikle monitörü hem analog hem de sayısal grafik kartlarına uygun hâle getiren bir analog/sayısal anahtar bulunur. “Multisync” terimi ilk defa NEC firmasının NEC2A monitöründe kullanıldığı için patent hakları nedeniyle diğer üreticiler tarafından kullanılmadı. Diğer üreticiler de monitörlerine “Multiscan” dediler. Her iki terim de değişik grafik kartlarını kapsayan bir dizi frekansla senkronize olabilen monitörler için kullanılır. Çok frekanslı monitörler, tek frekanslı monitörlerden farklı olarak birçok değişik frekansla senkronize olabilir.

Değişik frekanslar, genellikle monitör tarafından algılanır ve monitör otomatik olarak uygun senkronizasyon ayarını yapar. Bu yeteneklerinden ötürü bu monitörlere otomatik tanımalı (autoscan) monitörler denir. Çok frekanslı monitörlerin özel bir tipi de çift frekanslı (dual-frequecy) monitörlerdir. Monitör, kullanması gereken senkronizasyon tipini otomatik olarak tanır.

## 2.4. Nokta Oranı

Monitörün maksimum çözünürlüğü tarama frekansının (scanning frequencies) yüksek olmasına bağlıdır. Bu, aynı zamanda fosfor grupları arasındaki uzaklık sınırlandırılarak da yapılabilir. Aynı renkteki iki noktanın (dot), merkezleri arasındaki uzaklık nokta aralığı (dot pitch) olarak adlandırılır. Nokta aralığının bugünkü değerleri 0,25 mm ve 0,28 mm arasında değişir. Nokta aralığı ne kadar küçük olursa görüntü o kadar küçük olur. Bununla birlikte monitörde piksel sayısını nokta aralığına dokunmadan arttırmaya çalışmak daha iyi ayrıntılar sağlar. Bu işleme örnek olarak ikon oluşturmayı gösterebiliriz. Nokta aralığı düşük bir monitör, aynı ekran büyüklüğüne sahip ancak nokta aralığı değeri daha yüksek olan bir monitörden daha kaliteli, daha keskin ve daha canlı görüntüler üretir.

Eğer yüksek çözünürlüklerde çalışılmak isteniyorsa kesinlikle nokta aralığı düşük bir değerde olan monitör kullanılmalıdır. Örneğin 15 inch’lik bir monitörümüz varsa ve bu monitör 0,28 mm bir nokta aralığına sahipse bu durumda bu monitörün 1024x768 çözünürlükte çalışması, görüntüde yer yer istenmeyen siyah ve beyaz çizgilerin oluşması ya da küçük yazıların iç içe girmesi (Moiri-effect) gibi ufak tefek bozulmalara neden olabilir. Bu monitör, 0,26 mm nokta aralığına sahip olsaydı 1024x768 çözünürlükte çalışması, verilen örneğe daha uygun olurdu.

- **Moiri olayı,** CRT üzerine gönderilen elektron demetinin çapının, fosfor üzerindeki noktacıklardan küçük olmasıyla birlikte oluşur. Dolayısıyla ekran

boyutumuz ve nokta aralığımızı göre çıkılabilecek en büyük çözünürlüğün üstünde çalışılmamaya dikkat edilmelidir.

Ebat	Maksimum Çözünürlük	Diyagonal Nokta Aralığı
14 inch	800x600	0,28 mm
15 inch	800x600	0,28 mm
15 inch	1024x768	0,26 mm
17 inch	1024x768	0,28 mm
17 inch	1280x1024	0,26 mm
19 inch	1280x1024	0,28 mm
21 inch	1280x1024	0,28 mm
21 inch	1280x1024	0,26 mm
21 inch	1800x1440	0,26 mm

**Tablo 2.2: Ebatlara göre çözünürlük ve nokta aralıkları**

Tablo 2.2'ye göre örnek verecek olursak 17 inch'lik ve 0,26 mm nokta aralığına sahip bir monitörde 1280x1024 çözünürlük idealdir. Diyagonal nokta aralığı değeri 0,28 mm iken yatay nokta aralığı değeri ise 0,24 mm olabilir. Ayrıca iki ayrı monitörün diyagonal nokta aralıkları da aynı olabilirken yatay nokta aralıkları ise farklı olabilir. Bu durumda yatay nokta aralığı daha düşük olan monitör, daha kaliteli görüntüler üretecektir. İyi monitörler 0,26 – 0,25 ve hatta 0,22 mm nokta aralıklarına sahip olabilir. Dotların ekran yapımındaki kullanımları bazı farklılıklar gösterir. Üçgen, çizgisel, delikli maske ve geliştirilmiş nokta aralığı gibi değişik kullanımları ile farklı çözünürlük ve tazeleme oranına sahip ekranlar yapılır. Standart nokta maskelerinde (dot mask) nokta aralığı, aynı renkteki komşu iki fosfor noktasının merkezden merkeze diyagonal uzaklığıdır. Noktalar arasındaki yatay uzaklık, noktalar arasındaki yatay uzaklık nokta aralığının 0,866 katıdır. Maskeler için bu aralık, yatay uzaklıkla eşittir. Bunun anlamı, standart dot mask bir CRT monitördeki nokta aralığı diğer monitörlerin nokta aralıkları ile karşılaştırılırken nokta aralığı değerinin 0,866 ile çarpılması gerekir. Panasonic Crystal Vision CRT'ler dye-encapsulated phosphor teknolojisi kullanır.

Bu teknolojiye, her bir fosforun içinde kendi filtresi vardır ve viewsonic bu fosfor parçalarını eşit kapasitede ekrana yayarak görüntü oluşturur. Örneğin yeşil elektron ışın demetinin CRT üzerindeki mavi ya da kırmızılı değil sadece yeşil fosfor taneciklerini uyarması gerekir.

**CRT göstergelerin genel değerlendirmesi ve özellikleri:** Renkli CRT göstergeler, PFD (Primary flight display) ve ND (Navigation display) için alışılmış tip göstergelerdir. Diğer gösterge teknikleriyle karşılaştırıldığında bu göstergeler, ergonomik standartlara daha uygundur. Çözünürlük, önemli bir gösterge karakteristiğidir. Göstergelerin görüntü kalitesi iyi olmalıdır. Farklı semboller ve alfa nümerik karakterler birbirleriyle karışık olmamalıdır. Bu durum karışık şekillerde daha net olarak gözlemlenebilir. Örnek olarak LED tipi göstergeler düşük çözünürlükleriyle diğer gösterge tiplerindeki verimi sağlayamaz. Diğer belirgin özellik, göstergenin yenilenme hızıdır. 50 Hz'in altındaki yenilenme hızında gözler



bunu flicker (hızlı şekilde yanıp sönme) etkisi olarak algılar. CRT göstergelerde bu hız 70 Hz'dir.

Bir CRT göstergesi, diğer gösterge tiplerine nazaran yüksek kontrasta sahiptir. Fakat burada daha önemli olan kriter, yüksek ışık altında da çalışabilme yeteneğidir. Örneğin 30000 feet yükseklikte uçarken güneş ışığının direkt etkisiyle gösterge bilgileri okunamaz. Renkli CRT göstergeler bu durumun üstesinden gelirken LCD'ler ise bu durumla sık karşılaşır. Çünkü onların arka ışıklandırması, CRT'lere göre daha düşüktür. LED tipi göstergelerin, üretimlerinin çok fazla olması nedeniyle maliyetleri düşüktür. Yüksek gerilim ihtiyacı olmadığından açısız anlamda geniş gösterim ve yüksek parlaklık sağlar. LED'lerin bu gösterimi geliştirmiştir. Fakat bu gösterim sırasında bir hız sorunu ortaya çıkmıştır. Dinamik göstergelere göre çok daha yavaştır.

CRT göstergelerin avantaj ve dezavantajları Tablo 2.3'te görülmektedir.

<b><u>Olumlu Özellikleri</u></b>	<b><u>Olumsuz Özellikleri</u></b>
İyi bir teknoloji ürünü	Ağır ve büyük oluşu
Yüksek çözünürlük ve kontrast	Yüksek gerilim ihtiyacı
Renk sayısı	Yüksek güç tüketimi
Yüksek parlaklık	Elektromanyetik etkiler
Açısız olarak uygunluk	Yüksek sıcaklık üretmesi
İnce bir gösterge ünitesi	Titreşimden etkilenmesi
	Parlak ışıktan etkilenmesi

**Tablo 2.3: CRT göstergelerin özellikleri**

## UYGULAMA FAALİYETİ

**CRT tüplerinin kontrol işlemlerini yapınız.**

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygulama faaliyeti için gerekli ekran, malzeme ve diğer ölçü aletlerini temin ediniz.</li><li>➤ Gerekli emniyet kurallarına uyararak uygun çalışma ortamını hazırlayınız.</li><li>➤ Resim tüpünün elektron tabancası kısmındaki üç tane olan katot flamanlarının ısınıp ısınmadığını gözlemleyiniz.</li><li>➤ Resim tüpü üzerindeki ayar potlarını ilgili kontroller için kullanınız.</li><li>➤ Resim tüpünde katot flamanının ısınmaması veya veriminin düşmesi hâlinde resim tüpünü tamamen değiştiriniz.</li><li>➤ Yatay saptırma bobinlerinin direnç değerini avometrenin <math>\Omega</math> konumunda ölçünüz.</li><li>➤ Düşey saptırma bobinlerinin direnç değerini avometrenin <math>\Omega</math> konumunda ölçünüz.</li><li>➤ Bulduğunuz ölçüm değerlerini arkadaşlarınız ile karşılaştırarak değerlendiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Önlüğünüzü giyiniz. Gerekli güvenlik önlemlerini alınız. Malzemelerinizi ve ölçü aletlerinizi öğretmeniniz ya da malzeme sorumlunuzdan temin ediniz.</li><li>➤ Resim tüplerinde ölçüm yapılabilecek kısmın sadece katot flamanları olduğunu unutmayınız.</li><li>➤ Resim tüplerinde üç ana renk olan kırmızı, yeşil ve mavi (RGB) katot flamanlarından birinin ısınmaması durumunda, ait olan renk görüntüde olmayacağından ekrandaki görüntünün farklı oluşacağını unutmayınız.</li><li>➤ Resim tüpü, soketi üzerinde genellikle 5 tane ayar potu bulunur. Bunlardan 3 tanesinin üç ana renk ayarında, 2 tanesinin ise siyah-beyaz görüntü ayarlarında kullanılmaktadır.</li><li>➤ Resim tüpü soketi üzerinde ayar potlarının sayısı yeni monitörlerde 3 tane de olabilmektedir. Bunlar üç ana renk ayarında kullanılmaktadır.</li><li>➤ Resim tüplerinde katot flamanının ısınması düzgün çalışacağı anlamına gelmez. Belirli bir süre sonra flamanın verimi düşebilmektedir. Bu gibi durumlarda verimi düşmüş katot flaman renginin daha az görülmekte olduğunu ve görüntüyü bozduğunu hatırlayınız.</li><li>➤ Resim tüpü soketindeki 3 adet ayar potu ile ana renklerin yoğunluğunu artırıp azaltabilirsiniz.</li><li>➤ Saptırma bobinleri üzerinde ikisi düşey saptırma için diğer ikisi yatay saptırma için dört ölçüm uçları vardır.</li><li>➤ Düşey saptırma bobin değeri her televizyon için değişebilmektedir. Fakat genellikle 15–25 <math>\Omega</math> arasında değişebilir. Bu değer çok üstünde ve altında ise bu kısım arızalıdır, unutmayınız.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli malzeme ve ölçü aletlerini eksiksiz bir şekilde temin ettiniz mi?		
2. Çalışma ortamınızı güvenlik önlemlerine dikkat ederek oluşturduunuz mu?		
3. Ekranın arka kapağını açarak resim tüpünü gözlemlediniz mi?		
4. Resim tüpü üzerindeki katot flemanın ısınmasını gözlemlediniz mi?		
5. Resim tüpü üzerindeki ayar potlarını ilgili kontroller için kullandınız mı?		
6. Yatay saptırma bobinlerinin direnç değerini ölçme aleti ile ölçtünüz mü?		
7. Düşey saptırma bobinlerinin direnç değerini ölçme aleti ile ölçtünüz mü?		
8. Bulduğunuz ölçüm değerlerini arkadaşlarınız ile karşılaştırarak değerlendirdiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki renklere hangisi CRT ekranlarda kullanılan ana renklerden değildir?  
A) Sarı B) Yeşil C) Mavi D) Kırmızı
2. Yatay saptırma bobinleri aşağıdakilerden hangisini yapar?  
A) Elektron hüzmesinin düşey olarak saptırılmasını sağlar.  
B) Elektron hüzmesinin yatay olarak saptırılmasını sağlar.  
C) Elektron hüzmesinin hem düşey hem de yatay olarak saptırılmasını sağlar.  
D) Elektronların elektron tabancasından ayrılmasını sağlar.
3. Aşağıdakilerden hangisi bir CRT ekranın bölümlerinden değildir?  
A) Katot B) Anot C) Elektron tabancası D) Gate
4. Bir CRT ekran için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?  
A) Haricî aydınlatma kaynağına ihtiyacı vardır.  
B) LCD'lerden daha az güç tüketimine sahiptir.  
C) Hacim olarak LCD'lere göre daha fazla yer kaplar.  
D) Açısal olarak uygun bir dizayna sahip değildir.

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

5. Bir CRT ekranda tüpün boyun kısmında ..... vardır.
6. Bir CRT ekranda ekranın içi resmin aydınlatılmasını sağlayan..... ile kaplıdır.
7. Elektron demetinin, ekranı bir saniye içindeki tarama sayısına ..... denir.
8. Bir tam ekran tarandıktan sonra yeni bir görüntü oluşturmak üzere tarama işleminin başlamasına ..... denir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Uygulamalı Test"e geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde LCD ekranları tanıyacak, sisteme bağlayabileceksiniz.

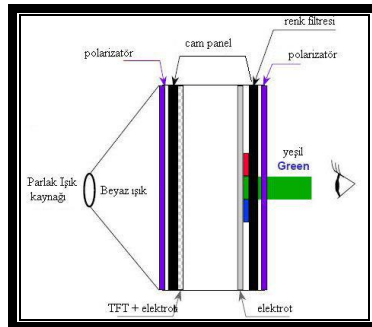
## ARAŞTIRMA

- LCD ekranlara neden ihtiyaç duyulmuştur? Araştırınız
- LCD ekranların CRT ekranlara göre üstünlüklerini araştırınız.

## 3. LİKİT KRİSTAL TİP DİSPLAYLERİN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

Hemen hemen bütün maddeler, molekül yapılarına göre farklılıklar gösterir. Örneğin ısıya bağlı olarak katıdan sıvıya ya da gaza dönüşür. Mesela su 100 °C’de buharlaşırken, 0 °C’de katı duruma gelir. Bazı istisnai durumlar vardır, yani katı ve sıvı maddeler arasında, onu bir gruba dâhil etmek zordur. Yapı olarak katı özellikleri taşırlar fakat görünüş olarak sıvıdırlar. Bu karakterdeki materyaller "sıvı kristal (LC liquid crystal)" olarak adlandırılır.

Sıvı kristalin oluşumu için belli bir ısı ve sabit ısı aralıklarına ihtiyaç vardır, bu özellik ekranın gerçekleştirilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. LCD’nin yapısı, sıvı kristal organik bir yapıya sahiptir. Yüksek ısıdan, havadan, sudan ve ışıktan (ultraviyole ışınlar) etkilenir. Bu nedenle sıvı kristalli moleküllere sahip bir ekran havadan, sudan, yüksek ısıdan ve ultraviyole (UV) ışınlardan korunmak üzere tasarlanmıştır. Ekran paneli iki cam arasında yerleştirilmiş ve iyice izole edilmiş sıvı kristalden oluşmaktadır. Camların iç kısmında elektrotlar vardır, dışında ise iki kat olmak üzere polarizator bulunmaktadır. Üst camın üzerinde renk filtresi ve arka camın gerisinde ise kaynak ışık (lamba) bulunmaktadır.



Şekil 3.1: LCD ekran yapısı

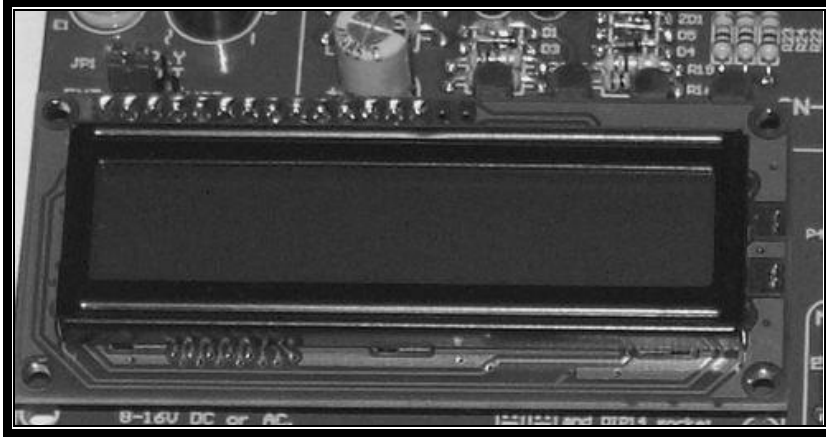
### 3.1. LCD Monitör Çeşitleri

LCD monitörler genel ilkelere göre çalışır. Farklılaşma ise piksellerin aydınlatılmasında ortaya çıkar.

#### 3.1.1. Pasif Matriks Monitör

Pasif matriks monitörlerde, her bir piksel ekran tazelenmeden önce söner. Bu ekranlarda tek bir defada bir satırdaki pikseller aktif hâle getirilir. Bir piksel tekrar aktif hâle getirilinceye kadar parlaklığını kaybeder. Ekran tazeleme hızı çok yavaşlayarak görüntü kalitesinin düşmesine neden olur.

Pasif matris LCD ekranlarda, iletkenlerden oluşan ızgaralar vardır ve ızgaranın her köşesi bir pikseli oluşturur. Akım iki iletken üzerinden gönderilerek pikselin ışığı ayarlanır. Temel olarak iki şeffaf levhanın arasına yerleştirilmiş tabakalardan meydana gelir. Bu tabakalardan biri sütunları, diğeri ise sıraları oluşturan, şeffaf iletken maddeden (indium-tin oxide) oluşmuşlardır. Bu sıra ve sütunlar, elektriksel yükleri kontrol edebilecek entegre devrelere bağlıdır. Belirli bir pikseli aktive edebilmek için o yük gönderilen sütuna karşılık gelecek sıranın groundlanması (topraklanması) ile iletim tamamlanmış olur. Bu da o pikseldeki sıvı kristallerin bükümünün açılmasını sağlar.



Şekil 3.2: 40 karakter 2 satırlık LCD pasif matris gösterge

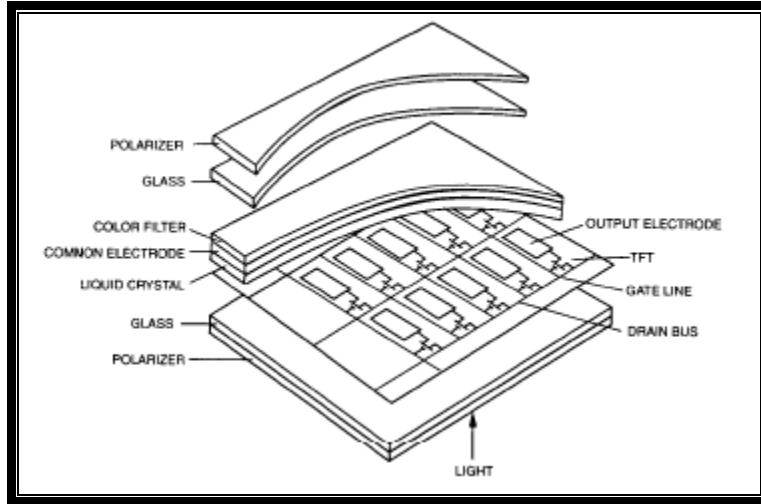
Kısaca pasif matrix çok basit temel ilkelere dayanan bir teknolojidir fakat görüntünün yavaş belirmesi ve kesin olmayan voltaj kontrolüne dayalı olması (belli bir pikseldeki sıvı kristalleri etkileyen elektrik akımı pikselin etrafındaki sıvı kristalleri de az da olsa etkileyeceğinden) gibi sakıncaları da vardır. Yani ekran tazeleme hızı çok yavaşlayarak görüntü kalitesinin düşmesine neden olur.

### 3.1.2. Dual Scan Monitör

Bu monitörler, genel olarak pasif matris monitör gibi çalışır. Temel farklılık, ekranın ikiye bölünmüş olmasıdır. Ekranın her bir bölümü ayrı ayrı taranarak ekran yenileme hızının iki katına çıkması sağlanır. Bu farklılık görüntü kalitesinde bir iyileşme sağlamaktadır.

### 3.1.3. Aktif Matris Monitör

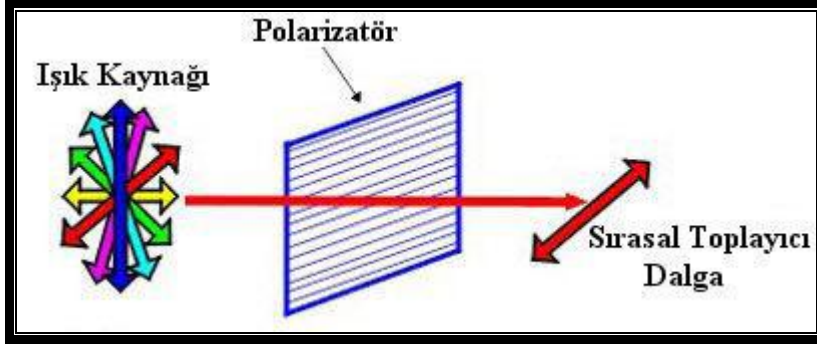
Pasif matris monitörlerin tersine aktif matrislerde, her bir pikseli kontrol eden ayrı ayrı transistörler vardır. Bu transistörler, piksellerin henüz parlaklığını yitirmeden yenilenmesini sağlar. Her pikselin kendine ait bir regülatörü (dengeleyicisi) vardır. Bu dengeleyici yardımıyla her bir piksele ait voltaj, diğerini etkilemediği için çok daha iyi görüntüler elde edilebilmektedir.



Şekil 3.3: Aktif matris LCD prensibi

## 3.2. LCD Ekran Çalışma Prensibi

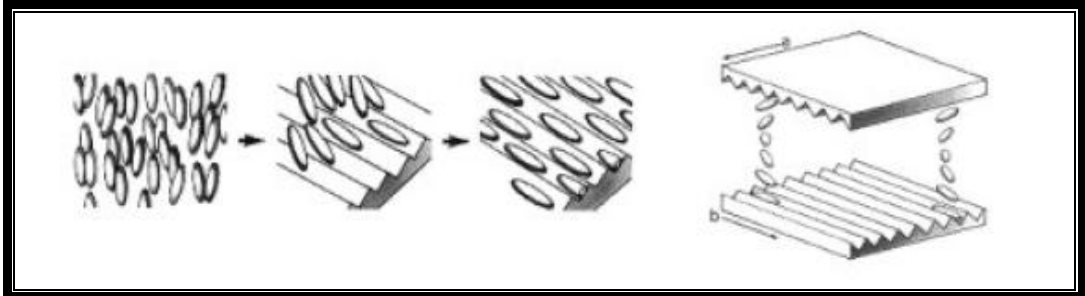
Sıvı kristalli ekranların çalışmasında ışık önemli rol oynamaktadır. En iyi verimi alabilmek için “süzülerek” geçmeleri gerekir. Polarizatörün görevi burada devreye girmektedir. Ultraviyole ışınları kesip diğer ışık demetlerinin sıvı kristalin “hücrelerine” sızmasına imkân verir. Işığın düzeltilmesi yani doğrultulması gereklidir bu işi polarizatör yapar.



Şekil 3.4: Polarizatör

Işık doğal ortamda her yöne doğru hareket eden ve titreşen bir elektromanyetik dalgadır. Polarizatörden geçmiş bir ışık ise çizgisel bir dalga hâline gelir ve sadece bir yönde hareket eder.

Sıvı kristalin molekülleri uzun ve ince bir şekle sahiptir. İnce oyuklardan oluşmuş bir yüzeyle karşılaştıkları zaman, bu moleküller oyuklar boyunca sıralanmaya eğilimlidir. Sıvı kristaller iki yüzey arasında kapatıldığında, moleküller her iki yüzeyin oyuklarına göre sıralanabilmek için eğilip bükülüp kıvrılır.

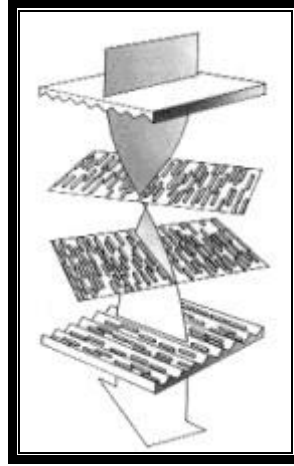


Şekil 3.5: Kristal sıvının moleküllerinin durumu

Işık sıvı kristalin arasından geçer ve moleküllerin sıralanmış olduğu yönü takip eder. Moleküller  $90^\circ$  dönebilme ve kıvrılma özelliğine sahiptir, ışık da sıvı kristalden geçtiği için aynı dönüşlere sahip olur.

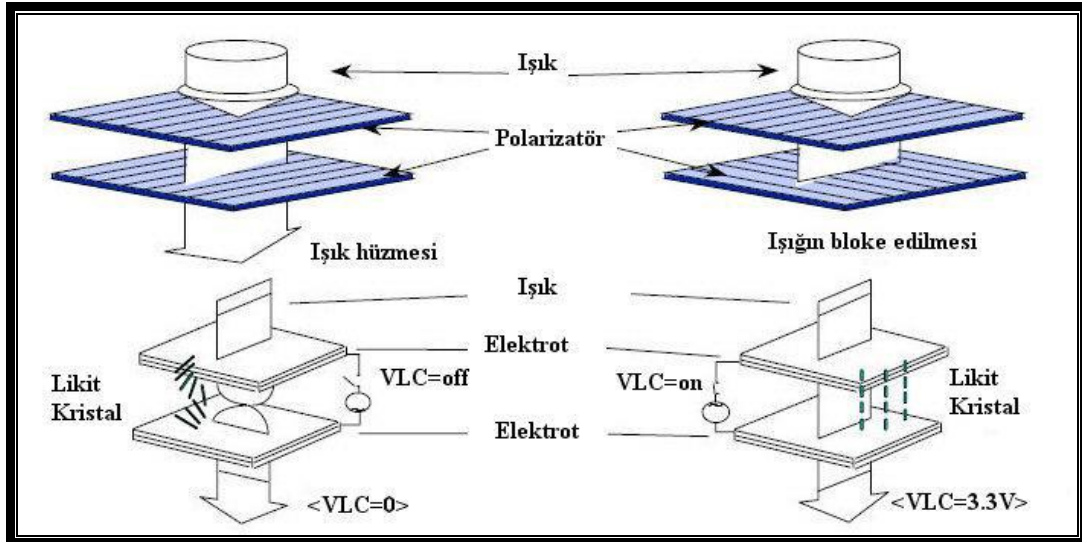
Sıvı kristallerin molekül yapıları elektrik alanlarından etkilenmektedir ve akımın uygulandığı yöne doğru sıralanmaya meyillidir. Bu durumda ışık, moleküllerin sıralanış şekline dolaylı olarak "düz" olarak geçer.





**Şekil 3.6: Işığın sıvı kristalden geçişi**

Polarizatör, ışığı tek bir yönde hareket eden çizgisel bir dalgaya dönüştürmektedir. Işığın geçmesi için polarizatörler (yönlendiriciler) ile ışığın aynı polarizasyon eksenine sahip olmaları lazımdır. Birbirine dikey eksenlere sahip olduklarında ışık bloke olur. Polarizatör bir filtredir. Polarizasyon durumuna göre ışığı yönetir. Şekil 3.7’de bu durum gösterilmektedir.

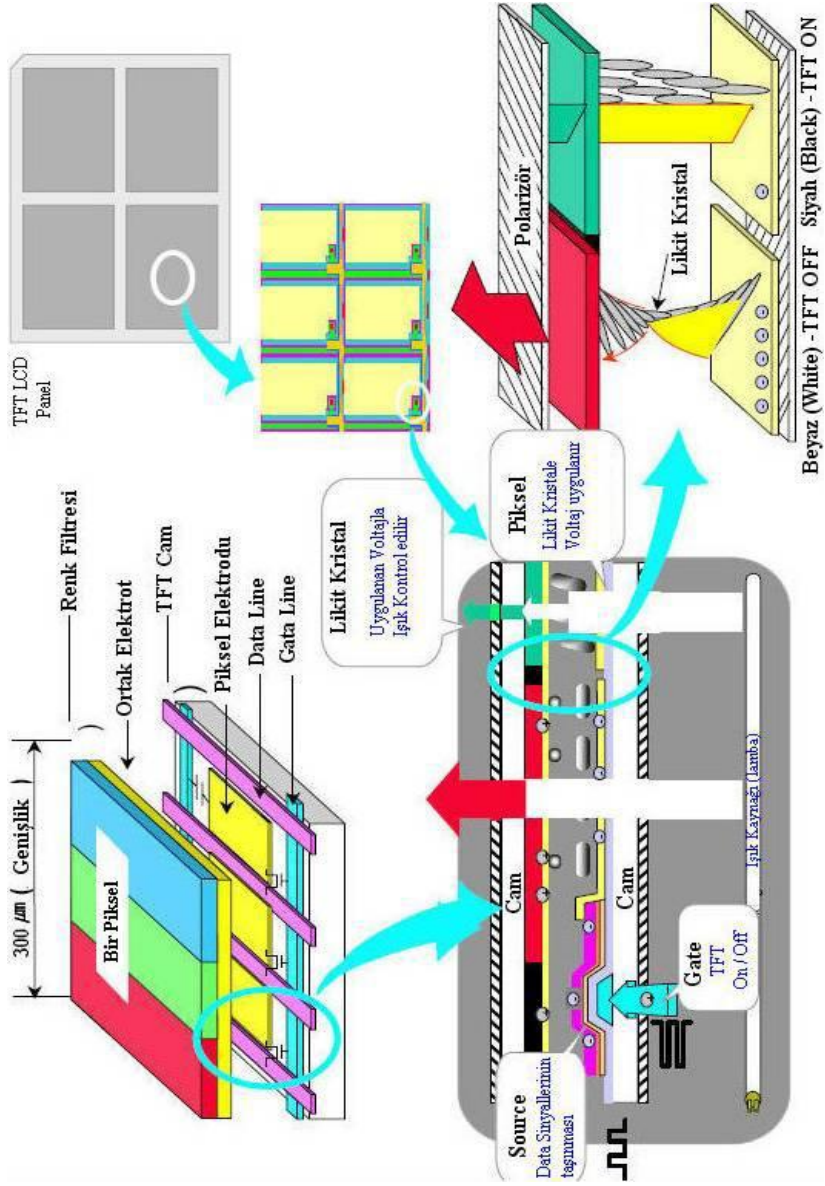


**Şekil 3.7: Polarizatörde ışığın bloke edilmesi**

Şekil 3.8’de ise LCD TFT ekranın nasıl çalıştığı, ışığın panellerden geçerek renk hücrelerini (RGB) nasıl aydınlattığı görülmektedir.

LCD TFT ekranın çalışması ise geçiş hattı (gate line), TFT elemanını ait olduğu hücrede etkili ya da etkisiz hâle getirir. Veri hattından (data line) uygun voltaj geldiğinde etkili (aktive) hâle gelen hücre aydınlanır. Bir doğal ışık kaynağından yararlanılarak üretilen ışık altta yer alan bir polarizatörün içerisinden geçirilerek doğrultulur. Böylelikle sadece dikey eksenliler cama ulaşır. Sıvı kristalin molekülleri elektronlar arasında  $90^\circ$  dönüş

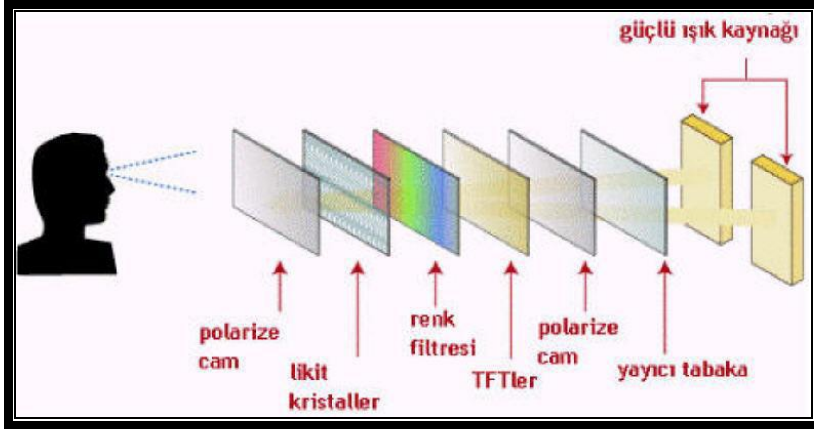
özelliğine sahiptir. Aşağıdan giren ışık, moleküller boyunca ilerler ve elektrotun üstünden 90° dönüş yaparak çıkar. TFT tarafından etkin hâle getirilen elektron, bu hücreye ait olan ve üst ve alt tarafta yer alan elektrotların arasında bulunan sıvı kristal molekülleri elektrik akımı yönünde sıralanır. Yani özetlemek gerekirse elektrotlara dikey olarak bu bölümden geçen ışık faz dışına çıkmaz ve polarizatöre ulaşınca emilir. Hiçbir ışığın panelin ön tarafına geçmesine izin verilmez. Bu koşul "normally white mode" olarak da adlandırılır. TFT aktif olmadığında ve elektrotlar sönük durumdayken arkadan gelen ışık 90° olarak yönlendirilir ve üst polarizatörden geçer, renklerinin filtreleri (R, G, B) aydınlanır ve ön panelden görülür.



Şekil 3.8: LCD TFT ekranın çalışması

Kısaca, LCD paneller iki kat polarize cam arasında yer alan yüz binlerce sıvı kristal hücreden oluşur. Panelin arkasında bulunan güçlü lambalardan gelen ışık, yayılmayı sağlayan tabakadan geçerek ekrana homojen bir şekilde dağılır.

Işık daha sonra TFT adı verilen ince film transistör tabakasından ve arkasından da her sıvı kristal hücreye iletilen elektrik miktarını ayarlayan renk filtrelerinden geçer. Bu işlemlerin sonunda da kırmızı (R), mavi (B) ve yeşil (G) renkleri oluşturan ve nihai görüntüyü sağlayan yüz binlerce piksel elde edilmiş olur.



Şekil 3.9: LCD ekranın çalışması

### 3.2.1. Görülebilir Alan

Ekranın büyüklüğü iki faktöre bağlıdır: Görüntü oranı ve ekran büyüklüğü. Günümüzde kullanılan monitörlerin ve TV'lerin çoğu görüntü oranı olarak 4:3 oranını kullanır. Bu ekranın yatay genişliğinin dikey genişliğine oranınının 4:3 olduğunu gösterir. Çok genel olmasa da kullanılan diğer oran ise 16:9'dur. Sinemalarda kullanılan bu standart TV'lere yerleşemedi çünkü o boyutlarda CRT üretmek çok pahalıya mal oluyordu. Fakat gelişen teknolojiyle artık görüntü oranı bir sorun olmaktan çıktı. Hatta popülerliği gitgide artan geniş ekran DVD filmleri sayesinde artık son kullanıcılar bile 16:9 oranını seçer hâle geldi. Monitörlerin bir gösterim alanı vardır ve genel olarak ekran diye adlandırılır. Ekran boyutları genellikle çapraz olarak köşeden köşeye olan uzunluğu ifade eder. Köşegen uzunluğunun alınmasının nedeni ilk TV üreticilerinin kendi televizyon ekranlarının büyüklüğünü fazla göstermek istemeleridir. Ölçümler ekranın hemen köşelerinden yapıldığından asıl görüntülenebilir alan bu değerden daha ufaktır.

En çok kullanılan ekran genişlikleri 15, 17, 19 ve 21 inch'tir. Taşınabilir sistemlerde ise bu boyutlar biraz daha ufaktır. Ekranın genişliği çözünürlük oranını doğrudan etkiler. Aynı çözünürlük küçük ekranlarda daha keskin görüntüler sağlarken geniş ekranlarda daha dağınıktır. Çünkü aynı piksel sayısı daha fazla inch'e dağılmıştır. Yani bir resim 640x480 21" bir monitörde, 640x480 15" monitörde olduğu kadar keskin gözükmeyecektir.

### 3.2.2. Çözünürlük

Çözünürlük, ekran üzerindeki piksel olarak bilinen birbirinden farklı noktaların sayısıdır. Çözünürlük yataydaki piksel sayısı ve dikeydeki piksel sayısının art arda yazılmasıyla ifade edilir (640x480 gibi). Daha önce bahsettiğimiz görüntülenebilir alan, tazeleme hızı ve nokta genişliği hepsi doğrudan çözünürlük tarafından etkilenir.

### 3.2.3. Tazeleme Hızı

CRT teknolojisine dayanan monitörlerde tazeleme hızı, saniyede ekrana getirilebilen resim sayısıdır. Eğer monitörünüz varsayılan olarak 72 Hz ise ekrandaki bütün pikselleri yukarıdan aşağıya saniyede 72 kez tarıyor demektir. Tazeleme hızı çok önemlidir. Çünkü ekranın titremesi gibi doğrudan gözü etkileyen ve yoran sonuçlar doğurabilir. Tazeleme hızı ne kadar yüksek olursa o kadar iyidir.

Televizyonlar çoğu bilgisayar monitörlerinden daha düşük tazeleme hızlarına sahiptir. Bu düşük tazeleme hızını tutturabilmek için interlacing denilen bir teknoloji kullanılır. Bu tip CRT'ler de elektron tabancası yukarıdan aşağıya sadece tek satırları tarar sonra tekrar yukarıdan aşağıya çift satırları tarar. Ekrandaki fosfor ise üzerine gelen enerjiyi daha uzun süreli tutacak şekilde ayarlanmıştır. Böylece bir göz yanılmasıyla sanki bütün satırlar taranmış gibi bir his elde edilir.

Tazeleme hızı, monitörünüzün bir saniyede kaç satır tarayabileceğiyle doğru orantılı olduğundan dolayı en yüksek çözünürlük kavramına doğrudan bağlıdır. Günümüzde çoğu monitör farklı tazeleme hızlarını farklı çözünürlüklerde desteklemektedir. Ekrandaki titremelerin doğrudan tazeleme hızıyla bağlantılı olduğunu aklınızda tutarak en yüksek olanı seçmek sizin için en iyisidir.

### 3.2.4. Renk Derinliği

Ekran kartınızın ve monitörünüzün görüntüleme kabiliyetleri sizin renk derinliğinizi belirler. Örneğin Süper VGA destekleyebilen bir monitör 16, 777, 216 renk görüntüleyebilir. Çünkü 24 bit uzunluğunda piksel bilgisi içerebilir. Bir pikseli tanımlamak için kullanılan bit sayısına bit derinliği denir. 24 bit derinlikle her ana renk (kırmızı, yeşil, mavi) için 8 bit ayrılmıştır. Bu derinlik, gerçek renk olarak da adlandırılır. Çünkü insan gözü tarafından ayrıştırılabilen 10.000.000 renk gösterebilir. 16 bit derinlikte ise 65.536 renk gösterebilir. Monitörler 16 bit renkten 24 bit renge atlamıştır. Çünkü 8 bit aralıklarla çalışmak hem üreticiler açısından hem de programcılar açısından daha kolay olmuştur.

Basit olarak bit derinliği bir monitörün aynı anda gösterebileceği renk sayısını belirler.

LCD ekranların avantaj ve dezavantajları Tablo 3.1'de görülmektedir.

<b><u>Olumlu Özellikleri</u></b>	<b><u>Olumsuz Özellikleri</u></b>
Düşük gerilim ve güç ihtiyacı	Düşük sıcaklıklarda performans düşüklüğü
Yüksek çözünürlük	Açısal olarak sınırlamaya sahip
Yüksek kontrast	Sınırlı gösterge büyüklüğü
	Maliyetin yüksek olması
	Devrelerin karışıklığı

**Tablo 2.3: LCD ekranların özellikleri**

## UYGULAMA FAALİYETİ

### LCD tip göstergeleri inceleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kokpit eğitim seti üzerinde LCD ekranları ve yerleşimini gözlemleyiniz.</li><li>➤ ECAM paneli transfer düğmesi yardımı ile ekran görüntülerinin yer değiştirmesini sağlayarak işlemi gözlemleyiniz.</li><li>➤ PFD ya da ND göstergelerinden bir tanesini dikkatlice öğretmeninizin gözetiminde sökünüz.</li><li>➤ Bağlantı konnektörlerinde toprak ve besleme uçları arasındaki gerilimi ölçünüz.</li><li>➤ Bağlantı pinlerinin dizilimini inceleyiniz.</li><li>➤ Söktüğünüz ekran ünitesini dikkatlice yerine takarak setin eski durumuna gelmesini sağlayınız.</li><li>➤ Arkadaşlarınız ile LCD ve CRT gösterge üniteleri arasındaki farkları ve üstünlükleri değerlendiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma alanınızı uygun biçimde güvenlik önlemlerine uyarak oluşturunuz.</li><li>➤ Eğitim seti üzerinde çalışırken öğretmeninizin talimatlarına mutlaka uyunuz.</li><li>➤ Ekranın bağlantı pinlerinin söküm esnasında deforme olmamasına özen gösteriniz.</li><li>➤ Gerilim ölçümü esnasında ölçü aletinin uygun pozisyonda olmasına ve ölçü aletini paralel bağlamaya özen gösteriniz.</li><li>➤ Çalışma sonundaki değerlendirmenizi rapor hâline getirerek öğretmeninize sununuz.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. LCD'nin açılımı .....dır.
2. LCD ekranların aydınlatılması .....bir ışık kaynağı ile yapılır.
3. LCD ekranlar .....ya da .....aydınlatılabilir.
4. Pasif matriks LCD'de ekranın tazelenme hızı daha .....
5. LCD ekrandaki moleküller .....dönebilme ve kırılma özelliğine sahiptir.
6. ...., ekran üzerindeki piksel olarak bilinen birbirinden farklı noktaların sayısıdır.
7. Aktif matriks LCD'lerde, her bir pikseli kontrol eden ayrı ayrı .....vardır.
8. .... bir monitörün aynı anda gösterebileceği renk sayısını belirler.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Uygulamalı Test”e geçiniz.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1. Gerekli ölçü aletlerini temin ettiniz mi?		
2. ECAM göstergelerinin yer değiştirmesi işlemini gerçekleştirdiniz mi?		
3. PFD ya da ND göstergesini dikkatlice söktünüz mü?		
4. Bağlantı konnektörlerindeki gerilimi ölçtünüz mü?		
5. Bağlantı pinlerinin dizilimini incelediniz mi?		
6. Söktüğünüz ekran ünitesini dikkatlice yerine taktınız mı?		
7. Bulduğunuz sonuçları rapor hâline getirdiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-4

## AMAÇ

Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde, hava aracındaki elektronik gösterge sistemlerini ve kokpitteki donanımları ve bunların yerlerini tanıyabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Eski tip uçaklardaki gösterge teknolojilerini araştırınız.
- Navigasyon sistemleri ve uçak üzerindeki göstergelerle bağlantılarını araştırınız.
- Karanlık kokpit felsefesi nedir? Araştırınız.

## 4. ELEKTRONİK GÖSTERGE SİSTEMLERİNİN TİPİK ARANJMANLARI

Kokpitte bulunan gösterge sistemleri uçakların hayatımıza girişinden modern uçaklara gelinceye kadar oldukça değişiklik göstermiştir. Ancak bazı temel uçuş aletleri ve kokpitteki yerleşimleri çok fazla değişiklik göstermemiştir. Bu durum uçuşun güvenliğini sağlamak ve genel kullanımda değişiklik oluşturmamayı amaçlamaktadır. Bu öğrenme faaliyetinde kokpitteki gösterge sistemleri ve bunların yerleşimleri incelenecektir.

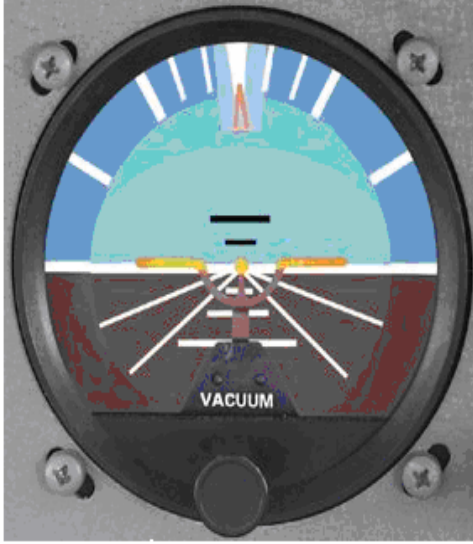
### 4.1. Suni Ufuk

Bu göstergede gyro rotoru dönmeye başladıktan sonra ufuk çizgisini ve yeryüzünü temsil eden çizgi ve şekiller uçağın havadaki pozisyonu ne olursa olsun gerçek ufuk çizgisine paralel kalır. Bu da özellikle görme koşullarının bozuk olduğu havalarda pilota en büyük referanstır. Bu gösterge aynı anda uçağın pitch ve roll konumlarını ve flagler (bayrak) yardımıyla gyro devrelerinin arızalarını gösterir. Bu cihazın içindeki gyro arka plandaki gökyüzünü temsil eden mavi, yeryüzünü temsil eden kahverengi yüzeyi hep yeryüzüne paralel tutar ve bu ikisinin birleşme çizgisi gerçek ufku yansıtır.

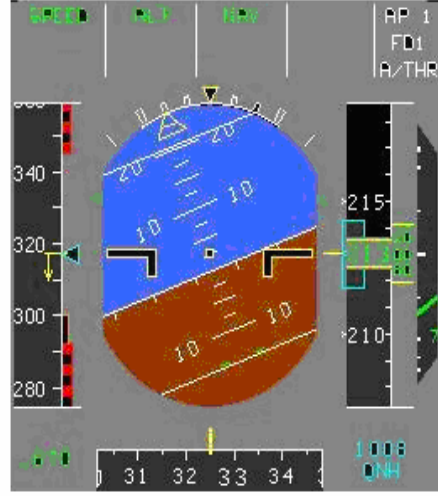
Cage knob'ı herhangi bir anda kendimize doğru çektiğimizde, gyronun düzeltme zamanını azaltmış oluruz. Yaklaşık 30 saniyedir. Gyro sabit bir yatay referansa tamburun dengesini sağlar. Minyatür bir uçak sembolü yatay referans için pitch ve roll konumlarını gösterir. Roll skalası kasanın üst yarım tarafı üzerinde, pitch skalası ise tamburun üzerinde gösterilmiştir.

Gyro için 28 V DC gerilim gereklidir. Rotorun hızı 23000 RPM'dir (dakikadaki devir sayısı). Dikey hassasiyet 0.5°dir. Düzeltme oranı yaklaşık 3°dir. Yaklaşık olarak 3 dakikada devrini alır. 10 dakikada durur. Roll skalası 60° sol ve 60° sağ arasında derecelendirilmiştir. Pitch skalası dalışlar için gri, tırmanışlar için mavi üzerine beyaz işaretler arasında

derecelendirilmiştir. Aydınlatma lambaları 5 V AC, 400 Hz ile beslenir. Cihazın arkasına 24 pinli connector (bağlantı soketi) monte edilmiştir. Gösterge 4 vida vasıtasıyla tutturulmuş ve 5°lik eğimli bir açıyla cihaz paneli üzerine yerleştirilmiştir.



ESKİ TİP UÇAKLARDA KULLANILAN TİP



GÜNÜMÜZ UÇAKLARINDA KULLANILAN TİP (PFD)

Resim 4.1: Suni ufuk göstergesi

## 4.2. PFD – Primary Flight Display

PFD (primary flight display, birincil uçuş göstergesi), dijital kokpitlerde kaptan ve yardımcı pilotun temel uçuş bilgilerini gözlemlediği ve analog uçaklardaki temel T dizilimini daima koruyan bir göstergedir.



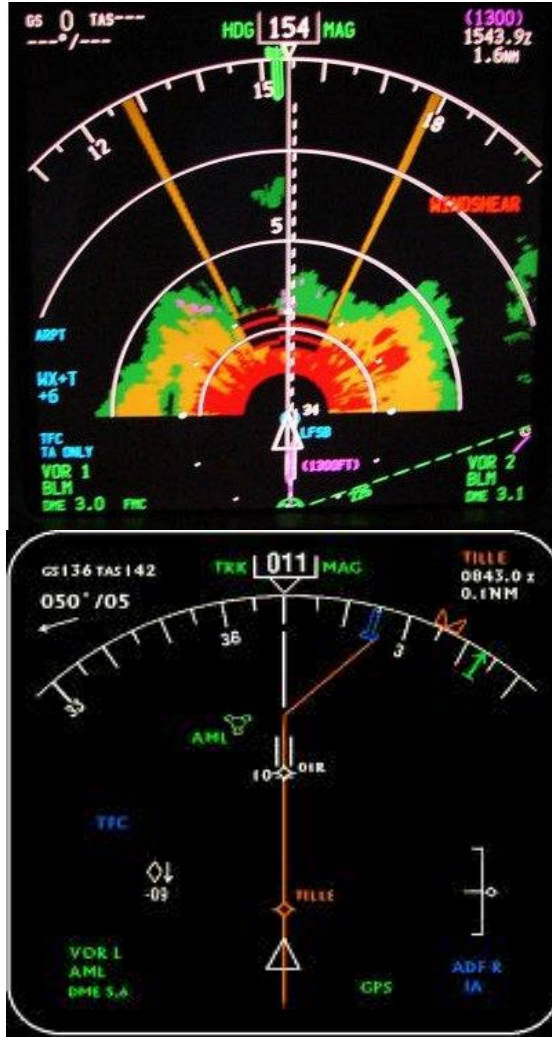
Resim 4.2: PFD görüntüsü

Normal bir EFIS (Electronic Flight Instrument System) PFD göstergesi renkli CRT ya da LCD olabilir. Bu gösterge üzerinde analog kokpitteki temel T dizilimini oluşturan hız

(airspeed), konum (attitude), yükseklik (altitude) ve yön (direction) bilgilerinin yanı sıra VOR, localizer, TACAN, RNAV gibi uçuş kontrol sistemlerine ait bilgi ve komutlar da görüntülenir.

### 4.3. ND – Navigasyon Ekranı

ND (navigation display, seyrüsefer göstergesi) kaptan ve yardımcı pilotun uçuş esnasında navigasyon ile ilgili bilgileri görüntülemesini sağlayan EFIS (Electronic flight instrument system) göstergeleridir.



Resim 4.3: Farklı ND görüntüleri

Modern ND, geleneksel mekanik HSI'lara (Horizontal situation indicator) göre çok yönlüdür ve oldukça geniş bir bilgi seçme imkânı oluşturur. Aynı zamanda birçok farklı sensörden gelen bilgileri, harita benzeri bir sunum üzerinde birleştirerek uçağın yatay navigasyon durumunu gösterir. Aynı zamanda uçağın esas yönünü birçok yatay ve dikey

sensöre bağılı olarak gösterme işlemini gerçekleştirir. ND uçuşun farklı safhalarındaki ekip gereksinimlerini karşılamak için birçok farklı formatta görüntü verebilir.

#### 4.4. ASI – Hız Göstergesi (Airspeed Indicator)

Hız saati statik hava basıncı ile pitot basıncı arasındaki basınç farkını ölçen diferansiyel basınç göstergesidir. Ana uçuş aletlerinin ilk geliştirilenlerindendir. Hız saatinin görevleri şunlardır:

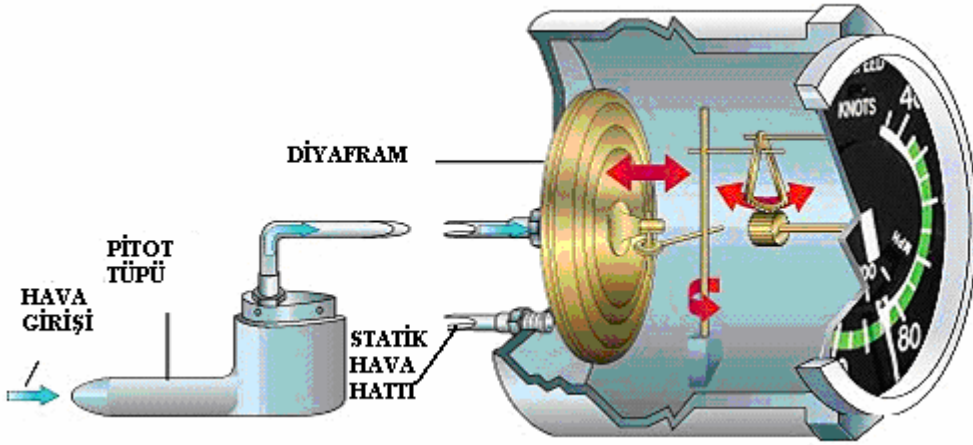
- Kalkış için normal sürata ulaştığını bildirir.
- Uçağı stall süratının üzerinde tutmaya yardımcı olur.
- Uçak süratının emniyet limitleri dışına çıkması durumunu ikaz eder.
- En uygun uçuş sürati için gaz ayarına yardımcı olur.
- En iyi tırmanış ve süzülüş açıları hesabına esas teşkil eder.
- Dalışta sürat artışı, tırmanışta sürat azalması nedeni ile düz uçuş yapılıp yapılmayacağını kontrolünü sağlar.

Hava hızı deniz mili cinsinden ifade edilir. Knot = Deniz mili (1852 m/saat)



Resim 4.4: ASI hız göstergesi

Gelişmiş uçaklarda pitot-statik bilgileri air data computer (ADC) bölümüne gider. Bu bilgisayar değerlendirme yaparak verileri LCD ekrana yansıtır. Ayrıca hız göstergesinde, üzerinde kırmızı beyaz çizgiler olan “Barber Pole” ibresi o anki yükseklik, basınç ve sıcaklığa göre maksimum hız sınırını gösterir.

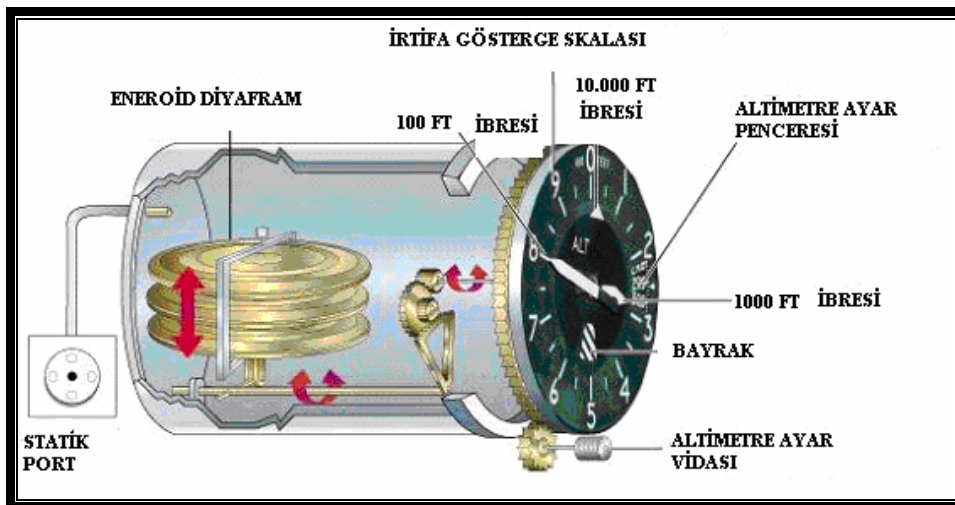


Şekil 4.1: Hız göstergesi kesiti

## 4.5. Altimetre

Uçakların deniz seviyesine göre yüksekliğini feet cinsinden gösteren göstergelere altimetre denilir. Statik basınç ile çalışır. Statik basınç deliklerinden alınan hava basıncına göre yüksekliği ölçer. Altimetrelerin hassas elemanı aneroid olup içinde standart day (standart bir gün) basıncı (14,7 PSI, 29,93 inch/Hg, 1013,2 mb) hapsedilmiştir. Şekil 4.2’de altimetre görülmektedir.

Uçak deniz seviyesinde ise aneroidin içindeki basınç ile statik basınç eşit olacağından ibreler 0 feeti gösterecektir. Uçak irtifa aldığıında ise statik basıncın düşmesi sonucunda aneroid genişleyecek ve altimetre ibreleri saat istikametinde olmak kaydıyla yüksekliğin artışıını gösterecektir. Altimetre görünüş olarak saate benzer. Akrep yelkovan gibi boyca birbirinden farklı üç ayrı gösterge kolu vardır.



Şekil 4.2: Altimetrenin yapısı

En uzun olan 100 feet aralığı, orta uzunluktaki kol ise 1000 feet aralığı, en kısa kol ise 10000 feet aralığı gösterir. Kadranın içinde açılmış bir pencereden de bir düğme ile ayarlanabilir baro metrik basınç görülür. Kalkış yapılan veya inilecek yerin barometrik basıncı ayarlanarak doğru yükseklik değerlerinin elde edilmesi sağlanır. Bazı hava alanlarında oranın denizden yüksekliği, kontrol kulesinde büyükçe yazılır. Ya da hava trafik kontrol bu bilgiyi radyo ile verir. Uçuş sırasında ise pilotun altimetreyi değişen dış basınca göre ayarlaması gerekir.



**Resim 4.5: Altimetre**

Altimetrelerin okunması: İlk önce 10.000 feetleri gösteren ters üçgen uçlu ibre okunur. Sonra 1000 feetleri gösteren ortadaki kısa ve kalın ibre okunur. Son olarak 100 feetleri gösteren üstteki uzun ibre okunur. Altimetreler üzerinde bulunan barber işareti (barber pole) alçak irtifa sembolü olup 10.000 feetin altında görülen 10.000 feetin üstünde görünmeyen uyarıcı bir ikaz sembolüdür.

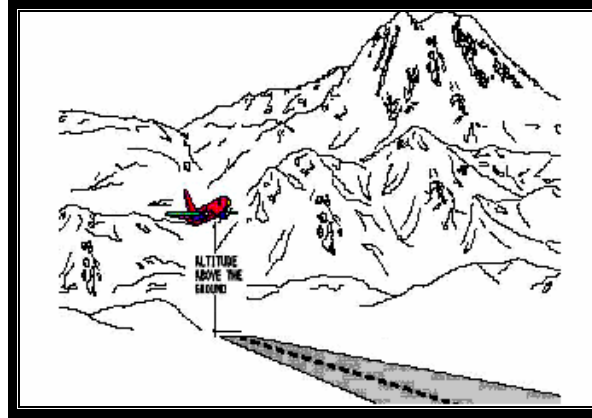
- **Barometrik ayar penceresi:** Meydandaki hava yoğunluğu her zaman standart atmosfer değeri olmadığı için o andaki meydan basıncı girilerek doğru yükseklik değeri elde edebilmek için aletin içine bir kalibrasyon sistemi yerleştirilmiştir. Bu barometrik pencereler genellikle 28,1-31,00 inç/hg veya 950-1050 milibar arasında taksimatlandırılmıştır. Meydan basıncının ayarlanabilmesi için altimetrelerin sol alt köşelerinde barometrik ayar düğmesi vardır. Altimetre ayarlarında referans olarak deniz seviyesinde ısı 15°C (59°F) barometrik basınçta 29,92 inç/hg standart bir gün kabul edilmiştir. İyi ayarlanmış bir altimetrenin deniz seviyesinde standart bir günde 0 feeti göstermesi gerekir. Fakat barometrik basınçtaki değişiklikler ile havanın ısıdaki değişiklikleri altimetrenin 0 feetten daha fazla ya da az göstermesine neden olur. Mesela, deniz seviyesinde bir uçağın altimetresi 25°C'lik sıcaklık ve 29.92 inç/hg bir barometrik basınç altında 0 feeti göstermesine rağmen hava soğur ve o yöreye bir alçak basınç gelir ise altimetre 0 feetten daha fazla (100-200 feet gibi) değerler gösterir. Hava ısınır ve o yöreye bir yüksek basınç gelirse altimetre 0 feetin altında (-100 - 200 feet gibi) değerler gösterir.

Sonuç olarak altimetrenin doğru değer gösterip göstermediğini anlamak için uçak yerde ise o yerin deniz seviyesine göre yüksekliğini veya barometrik basıncını bilmek gerekir. Uçuşta ise o anda uçulan mevkideki barometrik basıncın bilinmesi ve bu basıncın barometrik pencereye işlenmesi gerekir. Bilinen barometrik basınç inç/hg ve altimetrenin barometrik penceresi mm/hg ise inç/hg değerini mm/hg değerine çevirmek için 25,4 ile çarpılmak gerekir.

- **Kabin altimetresi (cabin altimeter):** Basınçlandırılmış tüm uçaklarda bulunur ve kabin basıncını feet olarak yükseklik cinsinden gösterir. Pilot bu göstergeye bakarak kabin basıncının limitler içinde olup olmadığını kontrol eder.
- **Radyo altimetre (radio altimeter):** 2500 feet yüksekliğin altında çalışmaya başlar. Uçaktan yere radyo sinyali gönderir ve gidip gelme süresini hesaplayıp uçakla yer arasındaki gerçek mesafeyi/yüksekliği bulur ve gösterir.



Resim 4.6: Radyo altimetre

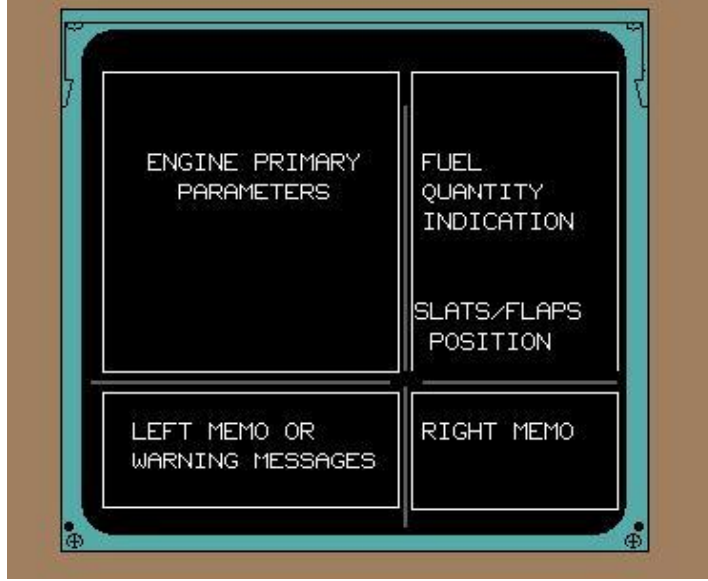


Şekil 4.3: Radyo altimetrenin çalışması

## 4.6. Motor Uyarı Ekranı

Motor uyarı (engine warning) göstergesi sistem göstergesi (system display) ile birlikte ECAM (electronic centralized aircraft monitoring) sistemini oluşturur. Kokpitteki altı temel göstergeden biridir. Motorlar, slat/flap durumu, yakıt bilgisi, uyarı ve hatırlatma mesajları gibi bilgilerin kaptan ve yardımcı pilot tarafından görüntülenmesini sağlayan gösterge ekranıdır. Resim 4.7’de bir motor uyarı ekranının Airbus A320 uçağında genel bölümlenmesi görülmektedir. Buna göre motor uyarı ekranının sol üst kısmında birincil

motor verileri görüntülenmektedir. Sağ üst kısımda ise kalan yakıt miktarı, flap ve slatların o andaki pozisyonu gibi bilgiler görüntülenir.



**Resim 4.7: Airbus 320 CFM 56 engine warning (motor uyarı) ekranı**

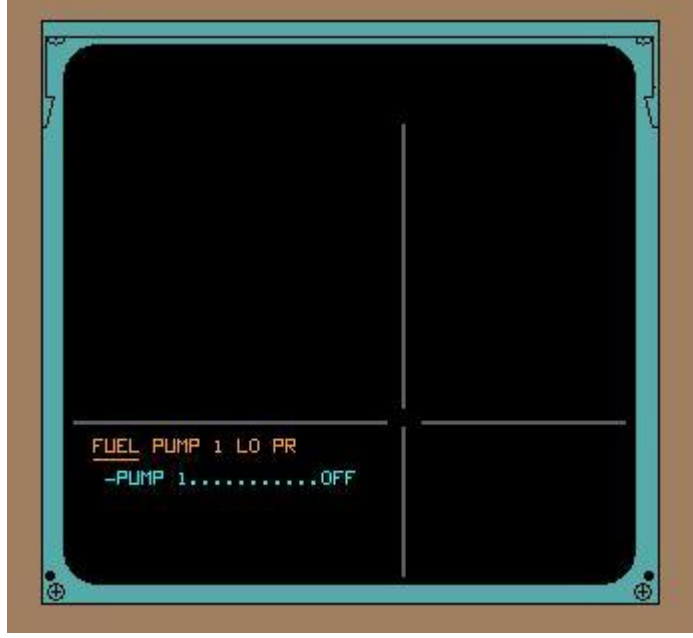
Üst gösterge alanındaki bilgiler kalıcı olarak görüntülenir. Bu bölümdeki semboller dijital ya da analog olabilir (Resim 4.8).



**Resim 4.8: Motor uyarı göstergesi üst kısım verileri**

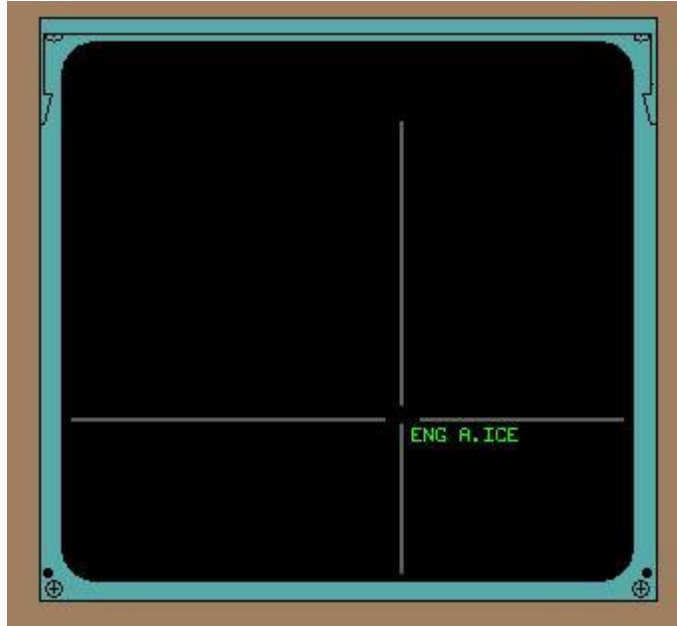


Motor uyarı göstergesinin alt kısmının sol tarafında ise kalkış, iniş verileri, birincil arıza hatırlatmaları gibi bilgiler görüntülenir. Bir arıza durumu tespit edildiğinde hatırlatma bilgilerinin yerini uyarı mesajları alır (Resim 4.9).



**Resim 4.9: Motor uyarı ekranı arıza mesajlarının görüntülenmesi**

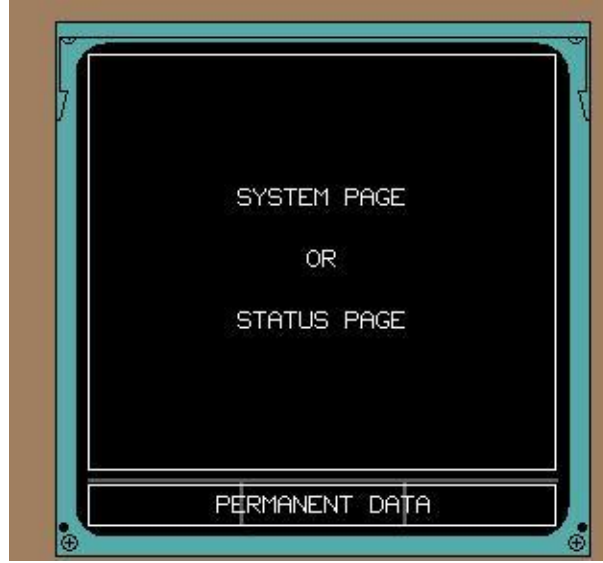
İkincil öneme sahip uyarı mesajları ise alt gösterge kısmının sağ tarafında görüntülenir (Resim 4.10).



**Resim 4.10: Motor uyarı göstergesi**

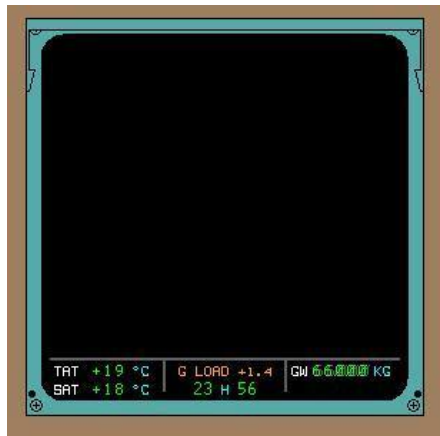
## 4.7. SD – Sistem Ekranı

Sistem ekranı (system display) normalde ECAM göstergelerinden alt bölümde yer alan göstergedir. Sistem göstergesi motor uyarı göstergesi ile birlikte ECAM'ı oluşturur (Resim 4.11).



**Resim 4.11: Sistem göstergesi**

Sistem göstergesi iki bölüme ayrılmıştır. Üst bölgede sistem bilgileri ya da durum bilgileri görüntülenirken alt bölgede, hangi sistem sayfası görüntüleniyor olursa olsun sıcaklık (TAT ve SAT), zaman (GMT) ve brüt ağırlık (gross weight) gibi bilgiler görüntülenir (Resim 4.12).



**Resim 4.12: Sistem göstergesinde görüntülenen kalıcı veriler**

Sistem göstergesinde görüntülenen sistem bilgileri için dört farklı lojik mevcuttur.

- **Manual mod:** Bu mod ECAM kontrol panelinden istenen sayfanın seçilmesi durumudur. Diğer bütün modlara göre üstünlüğü vardır.
- **Arıza modu (failure mode):** Bu mod bir arıza oluşması durumunda ilgili sistem sayfasının otomatik olarak görüntülenmesi durumudur.
- **Tavsiye (advisory) modu:** Bu mod değişken bir parametre oluşması durumunda otomatik olarak ilgili sistem sayfasının görüntülenmesi durumudur.
- **Uçuş fazı modu:** Bu mod uçağın durumuna göre otomatik bilgilerin görüntülenmesi durumudur.

ECAM sistem göstergesinde görüntülenecek sistem sayfasının seçilebilmesi için bir kontrol paneli mevcuttur. Panelin yerleşimi pedestal üzerindedir. Kontrol paneli üzerinde ilgili sistem sayfasının seçilmesini sağlayan kontrol tuşlarının yanında ekran parlaklığının uygun seviyeye getirilmesini sağlayan parlaklık kontrol potansiyometreleri bulunmaktadır. Kokpite gelen ışığın miktarına göre alt ve üst ECAM göstergelerinin parlaklıkları ayrı ayrı kontrol edilebilir (Şekil 4.13).



Resim 4.13: ECAM kontrol paneli

## 4.8. İniş Takımları, Oto Fren, Anti-Skid

İniş takımları indikatörü, iniş takımları ve kapaklarının çalışma kontrolünü sağlayan mikroswitch'li ve proximity dedektörlü iki bağımsız sistem vardır. Sistem 1 305 PP ve 303 PP'den, sistem 2 104 PP'den enerji sağlar. Bu sistemler iniş takımlarının toplama emniyetini, pozisyonlarının takip edilmesini ve ikazlarının bildirilmesini temin eder. Dedektör ve switch'ler iniş takımları üzerindedir. Mikroswitch'ler birbirleriyle değiştirilebilir. Kapak uplock'larında, iniş takımları uplock'larında ve burun iniş takımı teleskopik strut üzerinde konumlandırılmıştır. Proximity dedektörler bir target, bir sensör ve bir işlem ünitesi ihtiva eder. Her bir sistem için 7'şer adet iniş takımı indikatörü bulunmaktadır.

- Uçuşta dikme veya bogie beam pozisyonu yanlış
- Sistem 1 veya 2 kilit indikasyonu toplama emniyeti arızası
- İniş takımları aşağıda veya yukarıda kilitli değil
- İniş takımları yaklaşımda (750 ft) aşağıda kilitli değil
- İniş takımları iniş pozisyonunda aşağıda kilitli değil

Bu durumlarda uçuş mürettebatı WLDP'deki "L\G NOT DOWN" veya "WHEEL" lambası ile birlikte SC tarafından uyarılır.



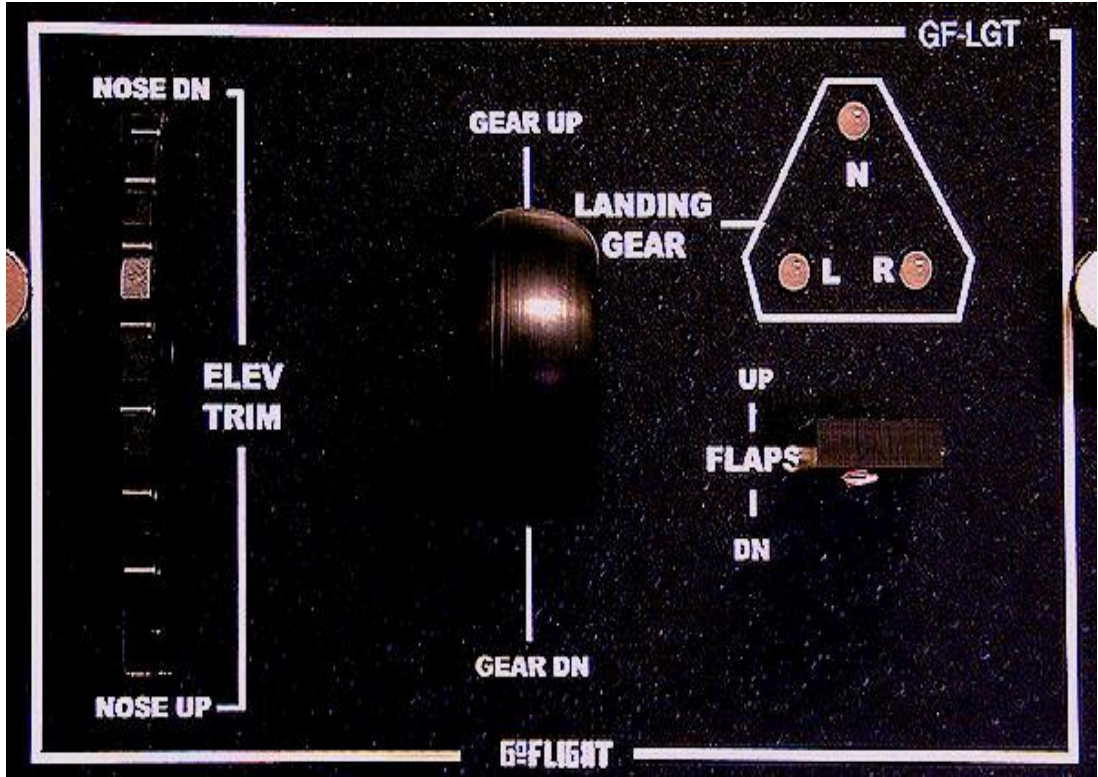
**Resim 4.14: İniş takımları**

Oto fren sistemi normal olarak yeşil hidrolik sistem basıncının normal, BRK\ASKID switch'inin "NORM\ON" pozisyonunda ve park fren kolunun serbest hâlinde olmasıyla yapılabilir. Anti-skid sistemi çalışır. Fren esnasında, yeşil hidrolik sistemi basıncı düşerse otomatik selektör vasıtasıyla sarı hidrolik sistemi basıncı devreye girer. Autoland hariç, devamlı inişte kullanılan fren şeklidir. Elektrikli olarak kontrol edilir. Uçuş kompartımanından mekanik olarak çalışan her iki fren pedallarıyla veya otomatik olarak yerde otomatik fren sistemi, uçuşta iniş takımları kontrol kolunun "UP" pozisyonuna alınmasıyla kontrol edilir. Fren ünitelerine giden hidrolik basınç değerini gösteren bir indikatörü yoktur. Elemanları; brake pedal transmitter ünit, selektör valf ve filtresi otomatik selektör ve throttle valf, master valf, brake pressure transducerleri, brake servo valfleri, safety valfler, dönüş aküleri, frenler, takometreler ve fren sistemi kontrol ünitesidir.

Anti skid sistemi uçak tekerleklerinin kaymasına ve kazıklamasına mani olan sistemdir. Bu sistemin bir kontrol ünitesi vardır. Bu ünite (BSCU) burun dikme tekerleklerinden aldığı referans hızını ana dikme tekerlek hızları ile mukayese ederek antiskid sistemi yönetir. Hangi tekerlekte kayma olayı var ise o tekerleği serbest bırakır. BSCU avionic kompartımanında 90 VU'dadır. Ünitenin ön yüzeyinden sistem TEST edilerek arızalı parça kolaylıkla bulunabilir.

- **İniş takımları kontrolü:** İniş takımları levyesi, aşağı ve yukarı olmak üzere iki yöne hareket eder. İniş takımları kapağı açıldığında burun iniş takımları fren mekanizması, ana iniş takımları ise normal fren sistemiyle otomatik olarak frenlenir.

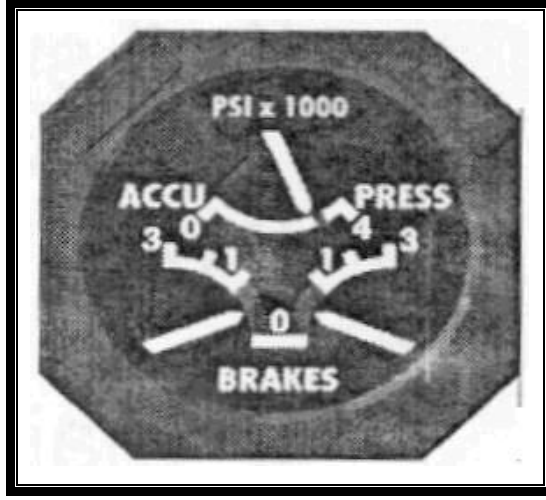
- **Yukarı:** İniş takımlarını toplar.
- **Aşağı:** İniş takımlarını açar. Uçak yerdeyken ana iniş takımları tamamen açılmamış ise burun iniş takımı normal konumunda değilse levye down pozisyonunda kilitli kalır.
- **Uyarı:** İniş takımları açılmamış veya kilitlenmişse kırmızı ışık yanar ve ECAM'da bir uyarı belirir.



Resim 4.15: İniş takımları kontrolü

#### 4.9. Basınç İndikatörü

Fren sistemindeki basınç değerlerini gösteren göstergedir. İndikatörün ACCU göstergesi fren sistemi akümülatörlerindeki basınç değerini gösterir. BRAKES (frenler) göstergesi ise sağ ve sol iniş takımlarındaki fren basıncını göstermektedir (Resim 4.16).



Resim 4.16: Fren basınç indikatörü

## 4.10. Joystick

Günümüz teknolojik uçaklarında daha çok Resim 4.17'de görülen joystickler kullanılmaktadır. Eski uçaklarda, daha çok makara sistemi kullanıldığı için levye sistemi ile kumanda edilmekteydi.

Joystick ile hidrolik esaslı olarak kumanda istenilen yere kolayca aktarılabilir. Oto pilottan çıkmak için kırmızı tuşa basılmalıdır.



Resim 4.17: Joystick



**Resim 4.18: Kokpitte sidesticklerin yerleşimi**

## **4.11. Baş Üstü Panel**

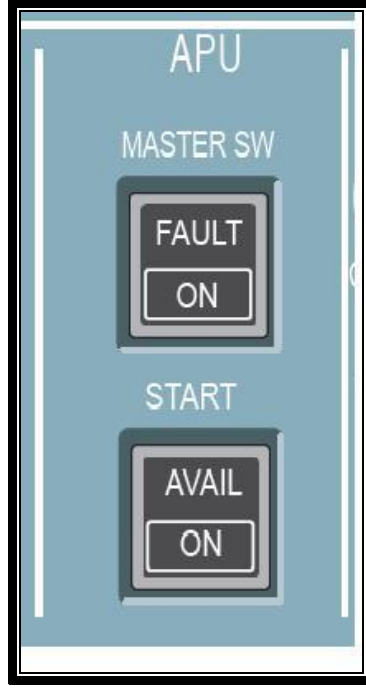
Baş üstü paneli (overhead panel), kokpitte baş üstü hizasında yer alan ve APU, dış lambalar, kabin basıncı, havalandırma, anti-ice sistem gibi birçok farklı sisteme ait kontrol panellerinin yerleştiği kısımdır.





## 4.12. APU

Bu kontrol mekanizması APU için gerekli olan bir mekanizmadır. APU'nun kontrolü bu ünite kullanılarak yapılmaktadır. START butonuna basıldığında air inlet flapları açılır. Air inlet flapları full olarak açılır açılmaz ECAM'da bir mesaj belirir ancak bu mesajdan sonra START butonuna basılabilir. Bu da demek oluyor ki APU ilk MASTER ve peşinden START butonuna basılarak çalıştırılabilir. Bu olay APU'nun çalışmaya başlamasında oluşabilecek herhangi bir kazayı önler. Bu düzen tamamen otomatiktir. Air inlet flapları açıldığında START tuşuna basılabilir. Devir %7'ye geldiğinde ateşleme devreye girer. % 50'ye geldiğinde ateşleme devreden çıkar. % 95'e geldiğinde ise MASTER switch'indeki ON ve START switch'indeki AVAIL ışığı yeşil olarak yanar ve ECAM'da APU sayfası belirir.



**Resim 4.20: APU kontrol paneli**

<b>MASTER SWITCH</b>	Bu buton APU'ya gönderilen enerjiyi kontrol eder.
<b>FAULT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Air inlet flapları kapalı olduğunda</li> <li>- Aşırı ısınmada</li> <li>- Fazla veya az yağ basıncında</li> <li>- Aşırı hız ve düşük hızlarda</li> <li>- Olası bir yangında (sadece yerde)</li> <li>- DC enerji kaybında FAULT ikazı ECAM ikazı ile birlikte kırmızı olarak belirir.</li> </ul>
<b>ON/R</b>	Air inlet flapı açıldığında ve yakıt izolasyonu açıldığında mavi olarak belirir.
<b>OFF</b>	Bu dizi içerisinde manuel olarak kapatmaya izin verir. Basıldığında AVAIL ışığından 15 saniye sonra ON/R ışığı söner.
<b>START buton</b>	Bu buton APU'yu çalıştırır.
<b>ON</b>	Bu sıralı düzen başladığında mavi ışıkla yanar.
<b>AVAIL</b>	N % 95'e ulaştığında yeşil olarak belirir. Bu durumda APU uçağa enerji sağlayabilir.

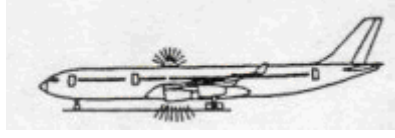
### 4.13. Dış Lambalar

Uçak gövdesinin muhtelif bölgelerinde bulunan dış ışıklara (external lights, EX LT) ait kontrol paneli baş üstü panelindedir. Buradaki kontrolleri şu şekilde açklayabiliriz.



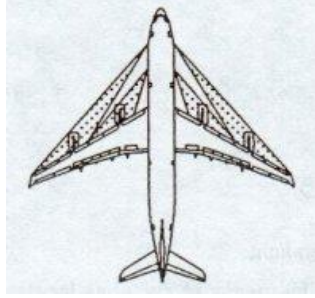
**Resim 4.21: Dış lambalar**

- **Beacon:** Yanan iki kırmızı biri gövdenin üzerinde diğeri ise gövdenin altındadır. Bu ışıklar uçak hareket hâlindeyken açılmış olmalıdır.



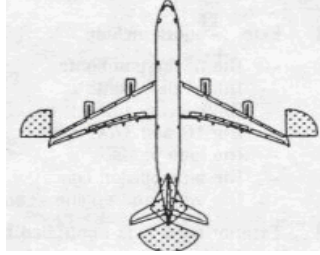
**Resim 4.22: Beacon**

- **Kanat ışıkları:** Gövdenin her iki yanında bulunan bu ışıklar kanadı ve motorları aydınlatarak buzlanmayı ortaya çıkarır.



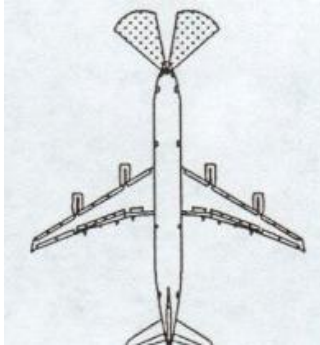
**Resim 4.23: Kanat ışıkları**

- **Nav and logo ışıkları:** Navigation ışıkları kanat uçlarında ve APU kuyruk konisinde bulunur. Logo ışıkları dikey stabilizer'deki şirket logosunu aydınlatmak için her iki stabilizeye gömülmüştür.



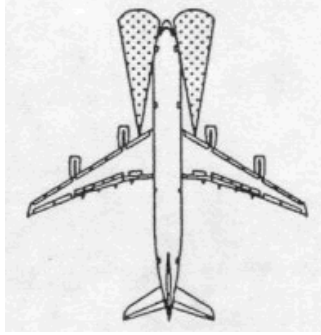
**Resim 4.24: Logo ışıkları**

- **Burun ışıkları:** Taxi ve kalkış boyunca kullanılır. Kuvvetli ışıklar kuşları korkutarak güvenli bir kalkış sağlar. TO switchine basıldığında her iki take off ışıkları yanar. Taxi moduna alındığında ise sadece taxi ışığı yanar.



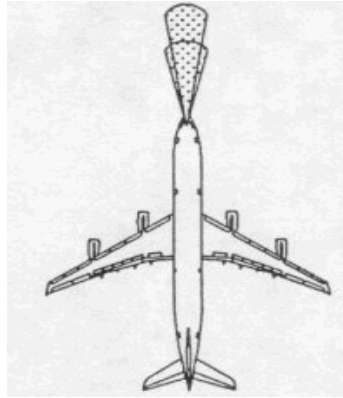
**Resim 4.25: Burun ışıkları**

- **İniş ışıkları:** İniş esnasında kullanılır.



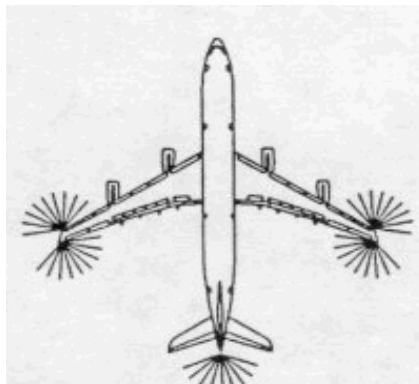
**Resim 4.26: İniş ışıkları**

- **Runway turn off:** Burun iniş takımına yerleştirilmiştir ve pist içinde diğer araçları uyarmak için kullanılır.



**Resim 4.27: Runway turn off**

- **Strobe ışıkları:** İki tane kanat ucunda ve bir tane de kuyruk konisinde bulunur. Bu özelliği her hava yolu şirketi kullanmayabilir. Çoğu hava yolu şirketi güvenlik nedeniyle bu ışıkları kullanır. AUTO moduna alındığında strobe ışıkları uçak havalandığında otomatik olarak devreye girer.



**Resim 4.28: Strobe ışıkları**

## 4.14. Kabin Basıncı

Aşağıdaki maddeler Resim 4.29'da bulunan kabin basınç kontrol paneli üzerindeki kontrol buton ve düğmelerinin görevlerini açıklamaktadır.

**VALVE SEL (Selektör):** Bu seçici outflow valflerinden hangisinin manuel, hangisinin otomatik olarak kontrol edileceğinin belirlenmesini sağlar. Buna göre AFT konumuna getirildiğinde AFT outflow valfi manuel, forward valfi ise otomatik olarak kontrol edilir. FRW konumunda ise forward valfi manuel kontrol edilirken, aft valfi otomatik olarak kontrol edilir. BOTH konumuna getirildiğinde AFT ve forward valflerinin ikisi de manuel olarak kontrol edilebilir.

**V/S CTL: Toggle switch:** Bu switch outflow valflerini açmaya ve kapamaya yarar. Yukarıya ayarlandığında valf açılır, aşağı ayarlandığında valf kapanır.

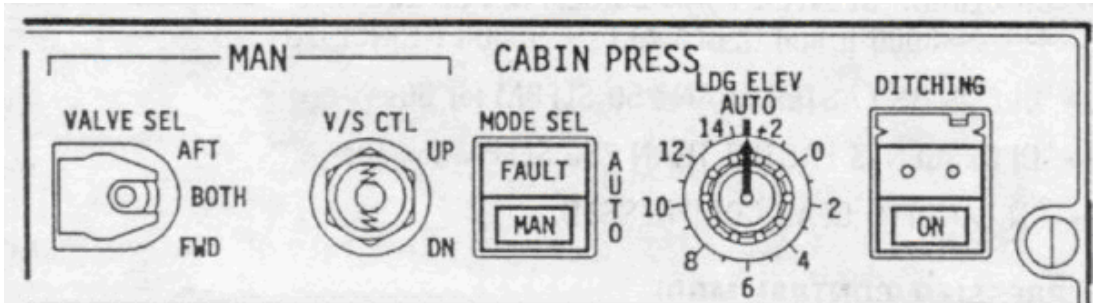
**MODE SEL (Selektör):** AUTO ışıkları yandığı zaman outflow valfleri otomatik olarak kontrol edilir. Valfler, VALF sel içinden manuel olarak kontrol edildiği zaman MAN ışığı beyaz olarak yanar. Her iki otomatik sistem düzgün çalışmadığında FAULT ışığı ECAM ikaz sistemi ile beraber yanar.

**LDG ELEV (Selektör):** Otomatik olarak ayarlandığı zaman basınç sistemi FMGS'i kullanarak en iyi şekilde alana iniş kalkışları hesaplar.

Aviyonik vantilatör overboard valf ve pack valfleri kapalı olduğunda ON ışığı beyaz olarak yanar.

**DITCHING push buton:** BU switch yağmurlu havalarda iniş için hazırlandığında kullanılır. Normal ışığı, sistem normal olarak çalıştığında yanar.

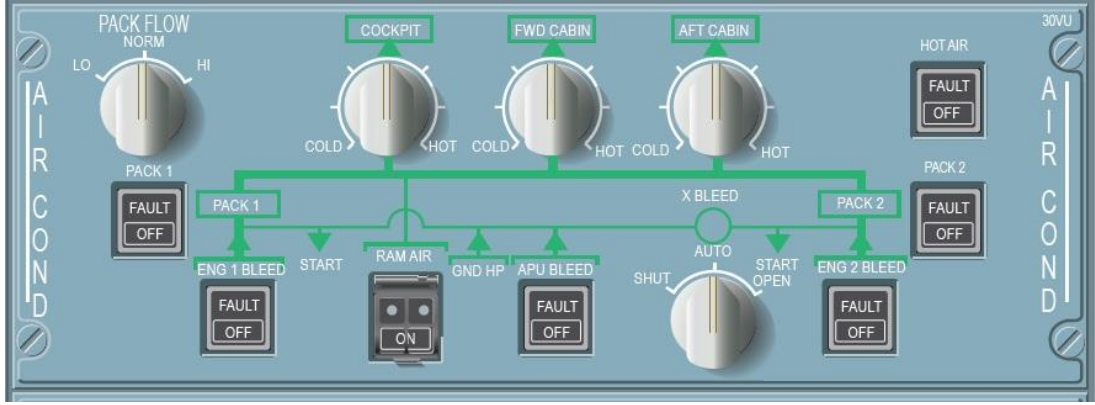
- Outflow valfleri
- Emergency valfleri
- Ram air inlet
- Kargo kompartmanı izolasyon valfleri olarak yanar.



Resim 4.29: Kabin basınç

## 4.15. Havalandırma

- **COCKPIT, FWD CABIN, AFT CABIN (Kokpit, Ön Yolcu Kabini, Arka Yolcu Kabini):** Bu kontroller kokpit ve yolcu kabinindeki sıcaklığın ayarlanmasını sağlar. Kademeli olarak sıcaklığın artırılıp azaltılmasına izin veren kontrol düğmelerinin temel olarak üç konumu belirtilmiştir. Buna göre;
  - **Saat 12 pozisyonunda:** Belirlenen bölge sıcaklığının 24°C (76°F) olmasını sağlar.
  - **COLD (soğuk) pozisyonunda:** Belirlenen bölge sıcaklığının 18°C (64°F) olmasını sağlar.
  - **HOT (Sıcak) pozisyonunda:** Belirlenen bölge sıcaklığının 30°C (86°F) olmasını sağlar.



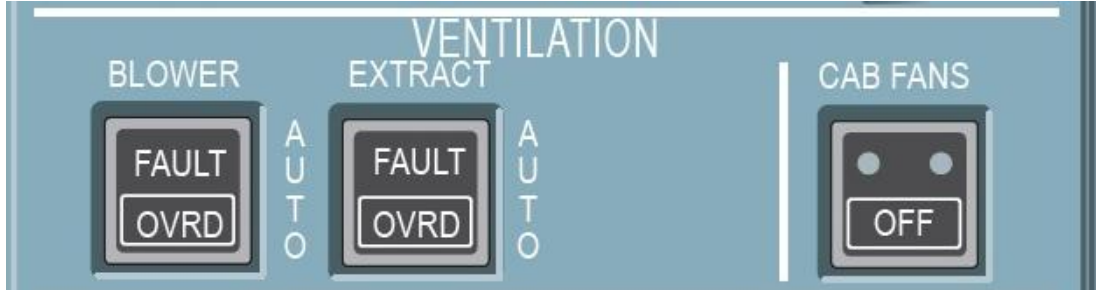
Resim 4.30: Havalandırma paneli görüntüsü

- **BLOWER ve EXTRACT push butonları**

**AUTO konumu:** Her iki push buton da AUTO konumunda olduğu zaman yerde TO (Take-Off) gücüne ulaşılmadan önce havalandırma sistemi açık konumdadır. Yerde TO gücüne ulaşıldıktan sonra ve uçuş boyunca havalandırma sistemi kapalı devre konumundadır.

**OVRD konumu:** Push butonlardan bir tanesi OVRD konumunda olduğu zaman sistem kapalı devre konumuna geçer ve hava şartlandırma sisteminden gelen hava, havalandırma için kullanılan havaya eklenir. Her iki push butonda OVRD konumunda olduğu zaman ise hava, hava şartlandırma sisteminden geçerek uçağa verilir. Extract fan ise çalışmaya devam eder.

**FAULT Lt (hata ışıkları) :** Hata lambaları amber renkli olarak uyarı verir. BLOWER anahtarı üzerindeki hata lambasının yanması üfleme basıncının düşük olduğunu, ductın aşırı ısındığını, bilgisayar güç kaynağında arıza olduğunu ya da duman uyarı sisteminin aktif olduğunu belirtir. EXTRACT anahtarı üzerindeki hata lambasının yanması ise çekme basıncının düşük olduğunu, bilgisayar güç kaynağında arıza olduğunu ya da duman uyarı sisteminin aktif olduğunu gösterir. Eğer uyarı uçak yerde iken ve motorlar durduğunda oluşursa haricî korna uyarı verir.



Resim 4.31: Havalandırma paneli görüntüsü

#### 4.16. Motor ve Kanat Anti-Ice

Anti-ice (buzlanmayı önleme) sistemi uçuş esnasında uçak gövdesi üzerindeki uçuş kontrol yüzeylerinin, bazı sensörlerin, motorların ve kokpit camlarının buzlanmasını önleyerek uçuşun güvenli bir şekilde devam ettirilmesini sağlar. Isıtma işlemi sıcak hava ile ya da elektrikle yapılabilir. Bu sisteme ait kontrol paneli baş üstü paneli üzerindedir. Kontrol paneli üç temel kısma ayrılmıştır: WING (kanat); ENG (motor) ANTI-ICE ve PROBE/WINDOW HEAT (prop, cam ısıtma)

**WING:** Uçuş sırasında pnömomatik sistemden gelen sıcak hava her iki kanadın dış kısmında bulunan slatları (3-4-5) ısıtır. Hava her iki kanatta bulunan valfler sayesinde uygulanır. WING push butonu bu valflerin kontrolünü sağlar. Uçak yerde iken sistemi ON (çalışır) konuma alarak 30 saniyelik bir test yapılabilir. Sistem bir sızıntı tespit ederse ilgili tarafın anti-ice valfi otomatik olarak kapanır. Sistemin güç kaynağı arızalandığında ise valf kapalı konuma geçer.

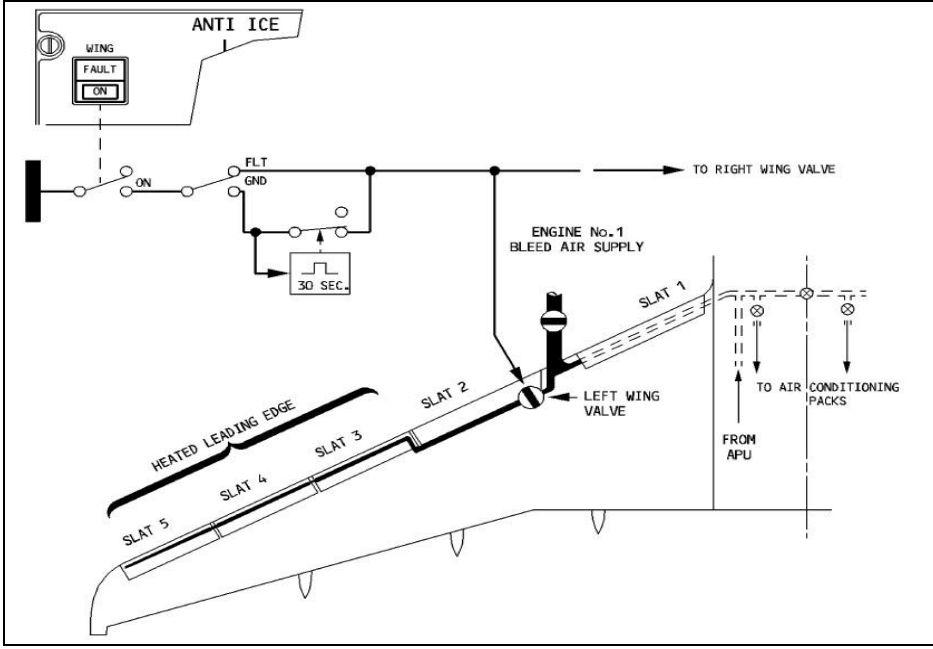
**WING ON:** Bu düğme sağ ve sol sistemi birlikte kontrol eder. Push buton ON konumunda olduğunda mavi renklidir ve kanat anti-ice sistem valfi açık konuma gider. OFF konumunda olduğunda mavi renkli lamba söner, kanat anti-ice valfi kapanır. FAULT konumunda ise amber renkli bir uyarı lambası yanar. Bu durum anti-ice sistem valfinin istenilen durumda olmadığını ya da düşük basınç hissedildiğini belirtir.



Resim 4.32: Motor ve kanat anti-ice kontrol paneli görüntüsü

**ENG 1 (2) :** Motor anti-ice sistemi aktif olduğunda pushbuton üzerindeki ON ibaresi mavi olarak yanar. ENG 1 (2) ON pozisyonunda ise motordan bleed havası alınabiliyorsa motor anti-ice valfi açılır. Motor anti-ice sisteminin kapalı (OFF) konumunda ise mavi ON

işığı s3ner, motor anti-ice valfi kapanır. FAULT (arıza) konumunda ise FAULT ibaresi amber renkli olarak yanar. Aynı zamanda ECAM göstergesi üzerinde uyarı mesajı görüntülenir. Arıza durumu ENG push butonu ile valfin durumları uyuşmadığı zaman oluşur. Ayrıca valf konum değiştirirken 300 kısa süreli olarak amber arıza uyarısı alınır.

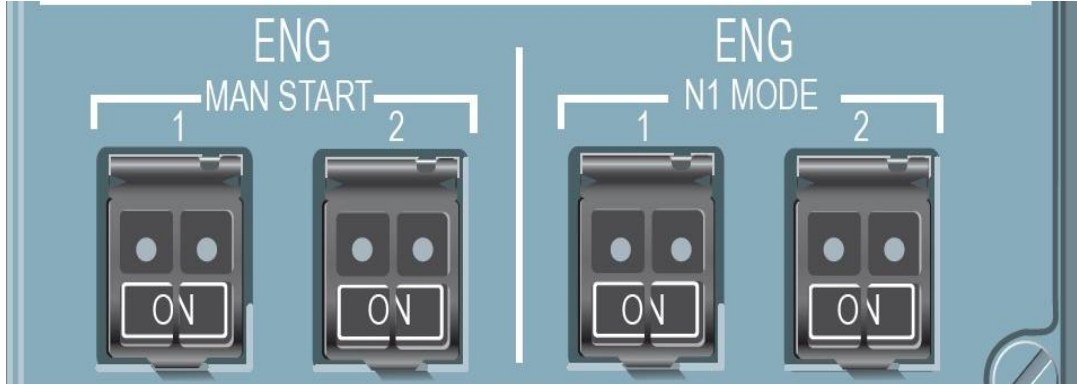


şekil 4.4: Kanat anti-ice valf yerleşimi

## 4.17. Motor Start

**ENG MAN START pus buton:** Bu kontrol motorun manuel olarak başlatılmasını sağlar. Kontrol paneli baş üstü panelindedir. Kontrol ON pozisyonunda ise ENG MODE se3ici CRANK ya da IGN/START konumuna getirilmiş ve N2'nin devri % 20'den küçük ise başlangı3 valfi a3ık konuma gider. Başlangı3 sürecinde her iki pack valf de kapanır. OFF konumunda ise mavi işık aktif olur. Manuel motor başlatma işlemi esnasında ENG MAN START push butonu OFF konumuna getirilirse MASTER switch OFF konumunda ise başlangı3 valfi kapanır.

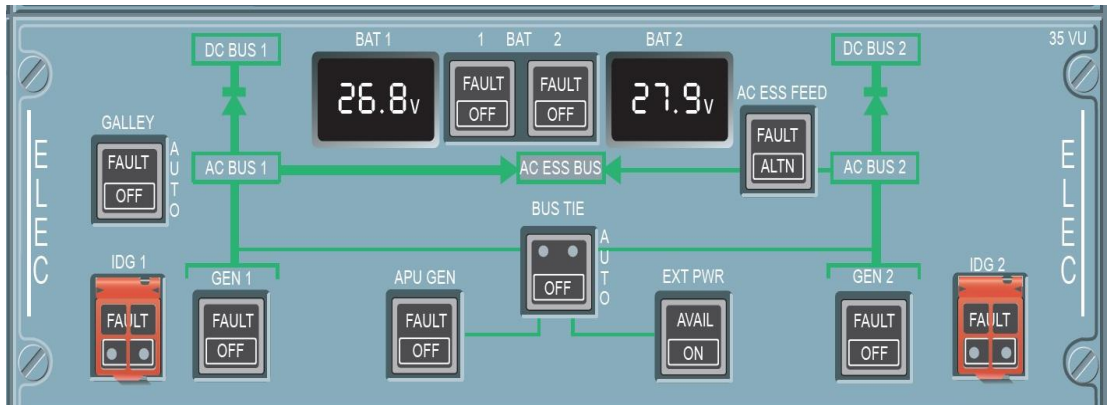




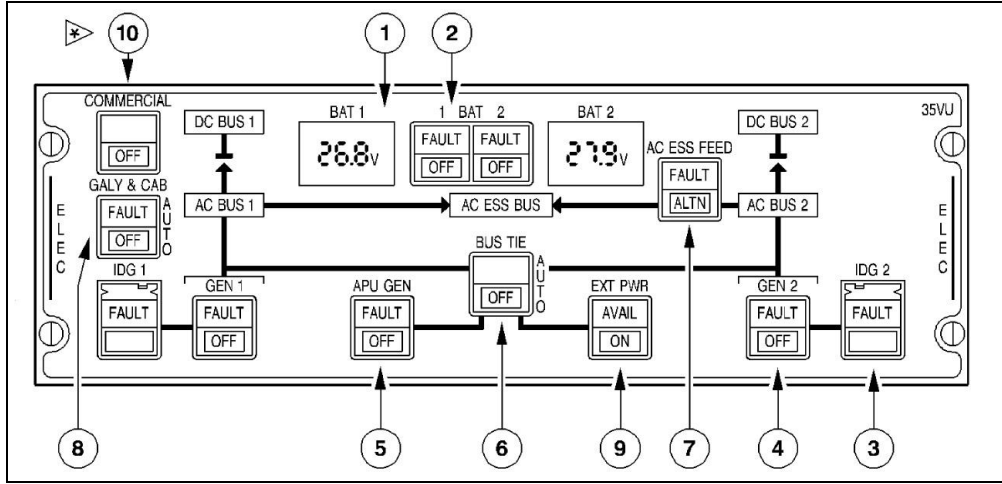
Resim 4.33: Motor start kontrol paneli

## 4.18. Elektrik Kontrol Paneli

Kontrol paneli üzerinde (1) ile işaretlenen BAT göstergesi batarya voltaj değerini gösterir. Kontrol paneli üzerinde (2) ile işaretlenen push buton ilgili batarya şarj limiter devresinin çalışmasını kontrol eder. Buna göre AUTO pozisyonunda batarya şarj limiter devresi ilgili bataryanın DC BAT BUS'a bağlantısını ve bağlantısının sonlanmasını otomatik olarak kontrol eder. Bataryalar DC batarya busa APU startında, batarya voltajı 26,4V'un altına düştüğünde ve 100 knotun altında AC BUS1 ve 2 kaybedildiğinde bağlanır. OFF pozisyonunda ise batarya şarj limiter devresi çalışmaz, batarya line contactor açık durumdadır. FAULT ışıkları ilgili bataryanın şarj akımı sınırların dışında olduğunda amber renkli olarak yanar, aynı zamanda ECAM'da uyarı sayfası görüntülenir. Bu durumda batarya kontaktörü açılır.



Resim 4.34: Elektrik kontrol paneli görüntüsü



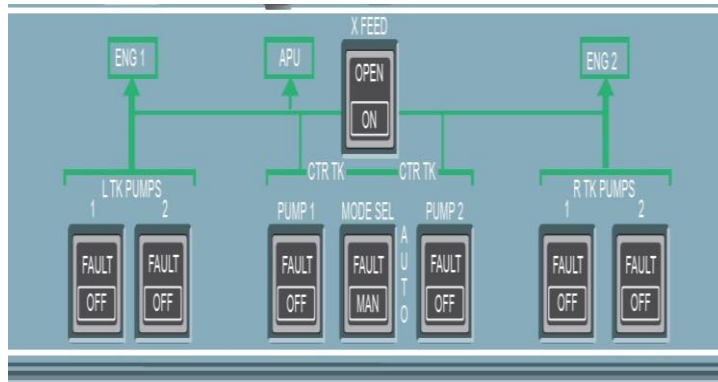
**Şekil 4.5: Elektrik kontrol paneli görüntüsü**

Kontrol paneli üzerinde (4) ile işaretlenen push buton ON pozisyonunda olduğunda jeneratör alanının enerjilendiğini ve elektriksel parametreler normal ise line kontaktörün kapandığını gösterir. OFF pozisyonunda ise jeneratör alanının enerjisinin kesildiğini ve line kontaktörün açıldığını belirtir. Arıza devresi bu durumda resetlenir.

Kontrol paneli üzerinde (10) ile işaretlenen EXT PWR push butonu haricî güç ünitesi ile ilgili kontrolleri sağlar. Eğer haricî güç ünitesi bağlanmış ve haricî güç parametreleri normal ise AVAIL ifadesi yeşil renkli olarak yanar. Bu push butona bir an için basılacak olursa AVAIL durumu aktif ise haricî güç hattı kontaktörü kapanır, AVAIL ışığı söner ve ON ışığı mavi olarak yanar. Bu butona ON ışığı yanıyorken bir an için basıldığında haricî güç hattı kontaktörü açılır, ON ışığı söner ve AVAIL ışığı yanar.

## 4.19. Yakıt Paneli

Yakıt tanklarını ve çapraz besleme durumunu kontrol eden yakıt kontrol paneli de baş üstü panelinde yer almaktadır.



**Resim 4.35: Yakıt paneli görüntüsü**

### ➤ Panel üzerindeki kontroller

**L (R) TK PUMPS:** Bu push buton ON pozisyonunda ise pompa ON pozisyonundadır fakat sadece merkez yakıt tankı pompalarının dağıtma basıncı eşik değerinin altına düştüğünde yakıt beslemesi yapılır. OFF pozisyonunda ise pompa OFF (kapalı) pozisyonundadır ve OFF düğmesi beyaz renkli olarak yanar. Dağıtım basıncı düştüğünde FAULT lambaları amber renkli yanar ve aynı zamanda ECAM uyarısı görüntülenir.

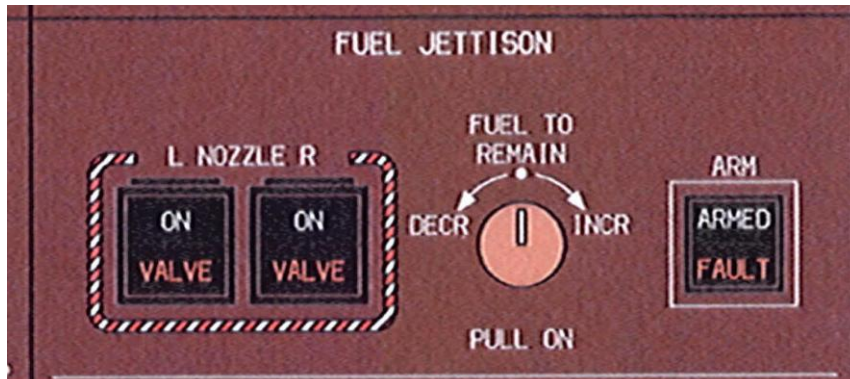
**MODE SEL:** Bu push buton, AUTO konumunda ise merkez tank pompalarının kontrolü otomatiktir. Motor başlatılırken 2 dakika için çalışır. Motor başlama sıralamasından önce ya da sonra ise slatlar geri çekilirken pompalar çalışır. Pompalar merkez tank seviyeye ulaştıktan 5 dakika sonra otomatik olarak durur. MAN konumunda ise uçuş ekibi merkezî tank pompalarını merkezî tank pompa push buton anahtarları ile manuel olarak kontrol eder. FAULT lambasının yanmasına sebep olan durum ise merkez tankta 250 kg'dan fazla ve sağ ya da sol kanat tankında 5000 kg'dan az yakıt kalması durumudur. Bu durumda FAULT lambası amber renkli yanar ve aynı zamanda ECAM'da uyarı sayfası görünür.

**CTR TK PUMP:** Bu push buton, ON pozisyonunda ise MODE SEL push butonu MAN olarak seçildiğinde pompa çalışır. AUTO olarak seçildiğinde ise pompa otomatik olarak kontrol edilir. Bu push buton OFF konumunda olduğunda pompa OFF (kapalı) konumdadır ve OFF buton ışıkları beyaz olarak yanar. Bu push buton pompa çalışırken dağıtım basıncı düştüğünde FAULT lambasını amber renkli olarak yakar. Aynı zamanda ECAM'da uyarı sayfası görüntülenir.

**X FEED:** Bu push buton, OFF pozisyonunda ise valf kapanır ve butonda hiçbir ışık yanmaz. ON pozisyonunda valf açılır ve ON ışıkları beyaz yanar. Valf tamamen açıldığında OPEN ışıkları yeşil yanar.

## 4.20. Yakıt Kolları

Yakıt jettison (boşaltma) sistemi uçağın iniş sırasındaki ağırlığını azaltarak maksimum iniş ağırlığına eşitleyebilmesi için uçakta bulunan yakıtın boşaltılmasını sağlayan sistemdir.



Resim 4.36: Yakıt boşaltma sistemi kontrol paneli

Bu sistemin kontrolü kokpitte baş üstü (P5) paneli üzerindedir (Şekil 4.36). Jettison nozzle (aotmizer) valflerinin açılabilmesi için uçağın hava modunda olması gerekir.

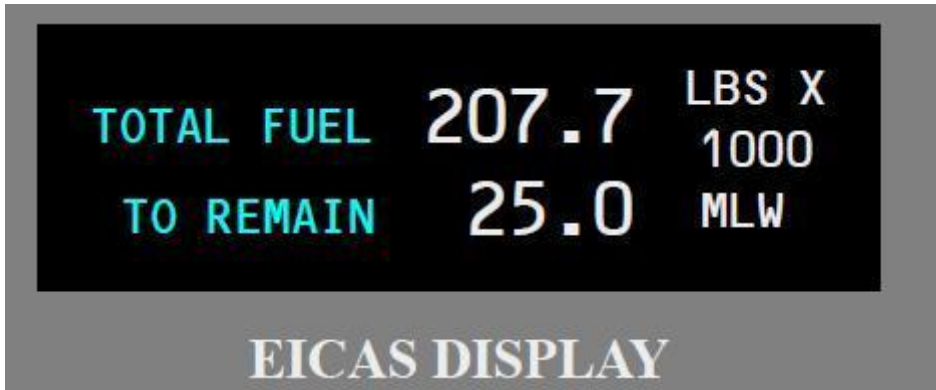
Jettison sistemi kontrol paneli üzerinden ARM (çalışmaya hazır) konumuna alındığında uçağın ağırlığı maksimum iniş ağırlığı modu değerine ayarlanır. Bu moda jettison sistemi uçakta kalması gereken yakıt miktarını maksimum iniş ağırlığı miktarına uyacak değere otomatik olarak ayarlar.

Panel üzerindeki FUEL TO REMAIN (kalacak yakıt miktarı) seçme düğmesi çekildiğinde jettison sistem, manuel moda geçer. Seçici çekili pozisyonda iken sola doğru çevrildiğinde kalacak yakıt miktarı azaltılırken sağa doğru çevrildiğinde kalacak yakıt miktarı arttırılır.

Merkez yakıt tankında bulunan override/jettison (aşırı yüklenme/boşaltma) pompalarının kontrolü override/jettison pompa düğmeleri ile kontrol edilir. Jettison sistemi pompaları kontrol etmemektedir.

EICAS (ECAM) göstergesi üzerinde toplam yakıt miktarı, uçakta kalacak yakıt miktarı ve jettison sisteminin çalışma moduna ait indikasyonlar görünür.

Jettison modu indikasyonlarından MLW (maximum landing weight, maksimum iniş ağırlığı) modunda olduğunu, MAN ise manuel çalışma modunda olduğunu göstermektedir (Resim 4.37).



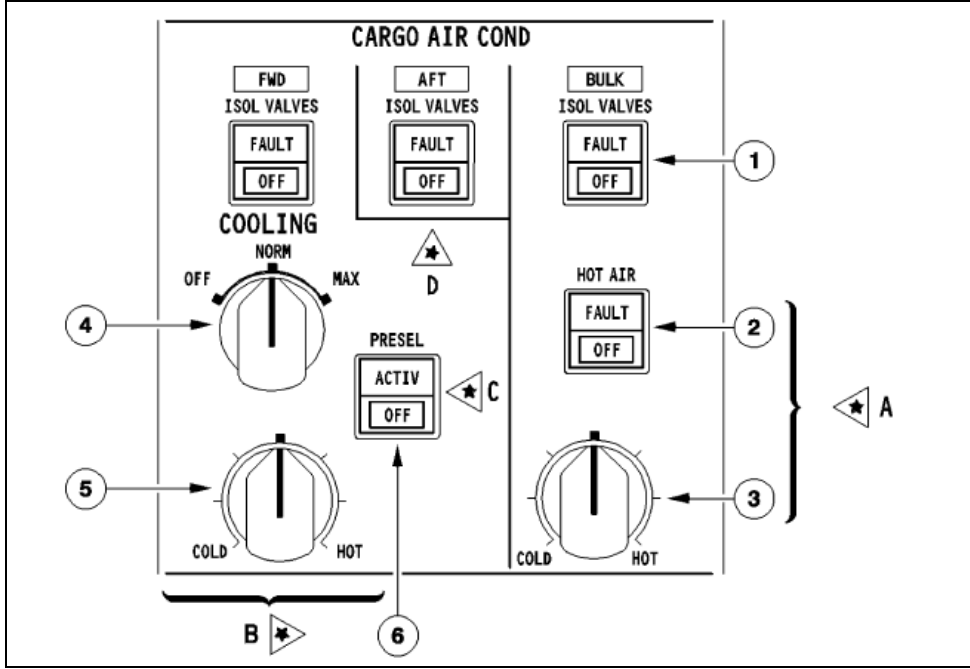
Resim 4.37: EICAS göstergesinde jettison sistemi indikasyonlar

## 4.21. Kargo Havalandırma

- A: Bulk kargo ısıtma kontrol
- B: Ön kargo havalandırma ve ısıtma kontrol
- C: Ön kargo sıcaklık ön seçim kontrolü
- D: Arka kargo havalandırma

**ISOL VALVES push butonu:** Bu push buton, ON konumunda olduğunda iç ve dış ayırma valfi açılır ve çekme fanı çalışır. Kargo bölmesinde duman tespit edilmesi

durumunda valf kapanır ve fan durur. Push butonun OFF konumunda ise iç ve dış ayırma valfi kapanır. Çekme fanı durur. İç veya dış fanın seçili pozisyonda olmaması durumunda arıza lambası (FAULT) amber renkli yanar ve ECAM’da ilgili uyarı sayfası görünür.



Şekil 4.6: Airbus A340 baş üstü paneli kargo havalandırma kontrol ünitesi

**HOT AIR push butonu:** Bu push buton, ON konumunda olduğunda bulk kargo bölümü sıcaklığı seçilen sıcaklığın altındadır. Bulk kargo kapısı kapalı ise fan ısıtıcı çalışır. Push butonun OFF konumunda ise fan ısıtıcı durur ve içerideki hava ısıtılmaz. Duct aşırı ısındığı zaman ( 88°C/ 190°F’ın üzerinde) arıza lambası (FAULT) amber renkli yanar ve ECAM uyarı sayfası görüntülenir. Sıcaklık 70°C’nin altına düştüğünde ve OFF konumu seçildiğinde arıza lambası söner. Fan ısıtıcı durur.

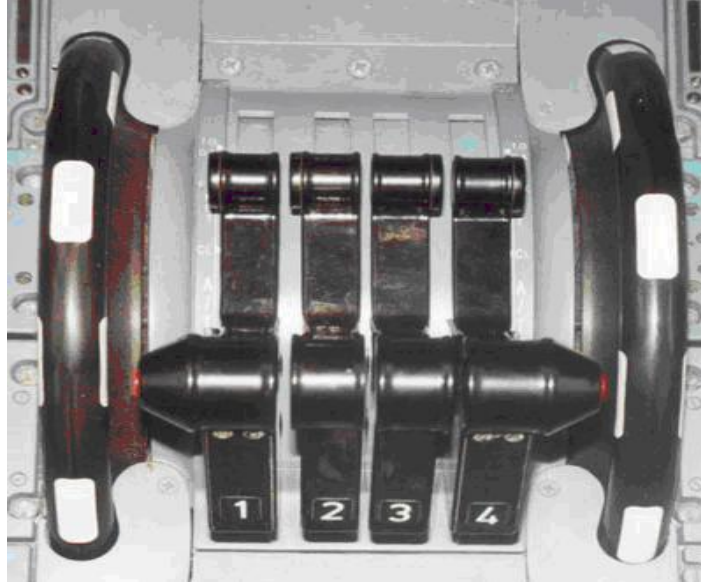
**Sıcaklık seçici (3):** Sıcaklık seçici COLD pozisyonunda ise sıcaklık 5°C, HOT pozisyonunda ise sıcaklık 25°C ve orta pozisyonda ise sıcaklık 15°C olarak seçilmiştir. Ancak kargo bölümündeki sıcaklık uçuş süresi, dış sıcaklık ve kabin sıcaklığı gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu durumda gerçek sıcaklık seçici pozisyonunun gösterdiği değerden daha yüksek olabilir.

**COOLING selector (soğutma seçici):** Kontrol panelinin bu bölümündeki seçme düğmesi OFF konumunda ise soğuk hava valfi kapalıdır ve havalandırma havasına soğuk hava eklenmez. NORM pozisyonu seçilmiş ise valf kısmı olarak açıktır. MAX pozisyonunda ise soğuk hava valfi tamamen açıktır ve ön kargo bölümünün soğutulması için maksimum miktarda soğuk hava beslemesi yapılır.

**Sıcaklık seçici (5):** Sıcaklık seçici COLD pozisyonunda ise sıcaklık 5°C, HOT pozisyonunda ise sıcaklık 25°C ve orta pozisyonda ise sıcaklık 15°C olarak seçilmiştir.

## 4.22. Thrust Levers ve Trim Döngüsü

**Thrust levers:** Auto thrust sisteminin bağlantısını keser. Auto thrust sistem FMGC'nin girişlerini kullanır. Bu sistem hız, yükseklik ve konfigürasyon bilgilerini içerir. Throttle'lar, autothrust sistemi kullanımdayken hareket etmez. Thrust kolları devrede değilken FCU'daki A/THR switchlerine basılmasıyla aktif olur.



Resim 4.38: Thrust levers

**Trim döngüleri :** Throttle kadranının her iki kenarında yatay stabilizenin otomatik trimlerini sağlar. Ekip tarafından pitch eksenini ayarı yapılırken tekerlek prim'leri sökmez. Her ayar tekerleği için ölçüm derecelerini içeren tablo tekerleklerin yakınında konuşlandırılmıştır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

**Hava aracındaki elektronik gösterge sistemlerini inceleyiniz.**

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Gerekli güvenlik önlemlerini alınız.</li><li>➤ Kokpit eğitim seti üzerinde baş üstü panelini inceleyiniz.</li><li>➤ Baş üstü panelinde bulunan havalandırma kontrol panelini bulunuz. Panel üzerindeki kontrol düğmelerini inceleyiniz.</li><li>➤ Kokpit, ön yolcu kabini ve arka yolcu kabini sıcaklık kontrol düğmelerini bulunuz.</li><li>➤ Düğme pozisyonlarını ve bu pozisyonlara denk gelen sıcaklık değerlerini modülünüzden tekrar inceleyiniz.</li><li>➤ Baş üstü paneli üzerindeki diğer sistem kontrol panellerini gözden geçiriniz. Bu panellerdeki kontrol düğme ve butonlarının çalışmasını simülasyon programında gerçekleştirerek PFD, ND ve ECAM göstergeleri üzerindeki değişiklikleri izleyiniz.</li><li>➤ Yaptığınız çalışmaları bir rapor hâline getirerek öğretmeninize sununuz.</li><li>➤ Bulduğunuz sonuçları arkadaşlarınızla tartışınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Atölye çalışma kurallarına mutlaka riayet ediniz.</li><li>➤ Kokpit eğitim seti üzerinde öğretmeninizin denetim ve kontrolünde çalışınız.</li><li>➤ Kontrol panellerini dikkatlice inceleyiniz.</li><li>➤ Kontrol düğmelerinin konumlarını sırasıyla değiştirerek simülasyon programını tüm göstergeleri inceleyecek şekilde kullanınız.</li><li>➤ Raporunuzda özellikle göstergelerdeki değişiklikleri belirtiniz.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisinde suni ufuk gyro rotor hızı doğru verilmiştir?  
A) 23000 RPM    B) 18000 RPM    C) 36000 RP    D) 10000 RPM
2. Aşağıdakilerden hangisi PFD üzerinde gösterilmez?  
A) Hız    B) Konum    C) Yükseklik    D) Motor parametreleri
3. Aşağıdakilerden hangisi altimetre için doğrudur?  
A) Dinamik basınç ile çalışır.  
B) Uçağın yüksekliğini yere göre metre cinsinden gösterir.  
C) Uçağın yüksekliğini yere göre feet cinsinden gösterir.  
D) Uçağın yere göre yüksekliğini mil cinsinden gösterir.
4. Aşağıdakilerden hangisi motor uyarı ekranında görüntülenir?  
A) Yakıt miktarı    B) Yükseklik    C) Hız    D) Yön

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

5. Otopilot modundan çıkmak için.....basılmalıdır.
6. Yakıt paneli kokpitteki .....panelinde yer alır.
7. Kargo havalandırma paneli üzerindeki sıcaklık seçici HOT pozisyonunda ise seçilen sıcaklık ..... °C'dir.
8. Thrust levers .....sistemini bağlantısını keser.
9. Havalandırma paneli üzerindeki sıcaklık seçici orta konumda ise seçilen sıcaklık .....°C'dir.
10. Sistem ekranı kokpitte .....yerleştirilmiştir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarlarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Uygulamalı Test”e geçiniz.



## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1. Kokpit eğitim seti üzerinde baş üstü panelini bulabildiniz mi?		
2. Kabin ve kokpit sıcaklık kontrol düğmelerini bulabildiniz mi?		
3. Kontrol düğmeleri ile değişiklik yaparak sıcaklık ile ilgili değişimleri göstergeler üzerinde gözlemlediniz mi?		
4. Diğer kontrol panellerindeki simülâtör uygulamalı değişiklikleri gerçekleştirebildiniz mi?		
5. Simülâtör programı ile göstergelerde meydana gelen değişiklikleri gözlemleyebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-5

## AMAÇ

Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde elektronik gösterge alet sistemlerinin kokpitteki donanımlarını söküp takabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

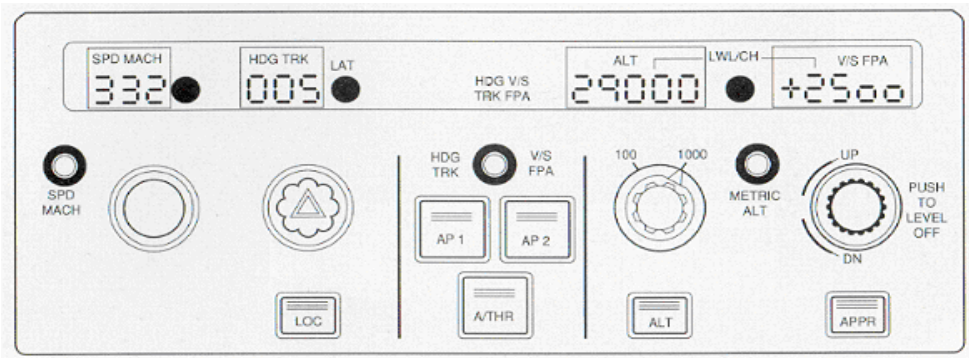
- Oto pilot sisteminde uçağa nasıl kontrol verilir? Araştırınız.
- Oto pilot sistemi uçağı hangi eksenlerde kontrol eder? Araştırınız.
- Uçak sistemlerinin VHF haberleşme için kullandığı frekans aralığını araştırınız.

## 5. KOKPITTEKİ ALET SİSTEMLERİ

Kokpitteki alet sistemleri uçuşun devamlılığı, güvenliği, haberleşme işlemleri ve verilerin gözlenmesi gibi işlemlerin gerçekleştirilmesi için kullanılan alet ve cihazları ve bu sistemlerin kontrolünü içermektedir. Bu öğrenme faaliyetinde alet sistemlerinin çalışmasını ayrıntılı bir şekilde inceleyeceksiniz.

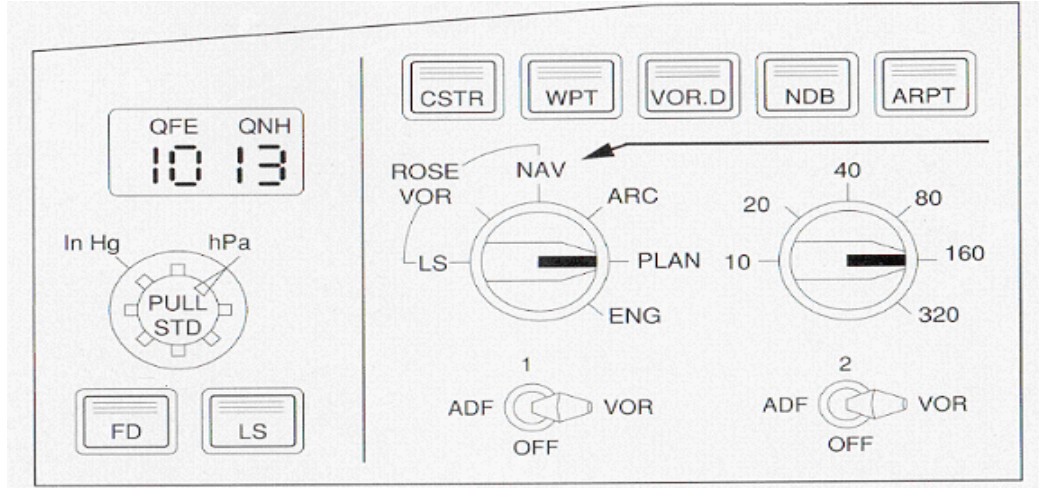
### 5.1. Oto Pilot

Oto pilot sistemi uçağa iki ya da üç eksende kılavuzluk yaparak uçağın navigasyonunun otomatik olarak gerçekleştirilmesini sağlayan bir sistemdir.



Şekil 5.1: Flight control unit

**Oto pilot:** Otomatik pilot sistemleri (AFCS) birbirinden bağımsız üç sistemden ibarettir. Bunlar digital flight control sistemi (DFCS), yaw damper sistemi ve autothrottle sistemidir. Bu sistemler uçağın pitch, roll ve yaw eksenleri etrafında stabilizasyonunu sağlar ve uçağı seçilen bir yöntemle radyo dalgaları, yön veya fms ve air data komputer girişlerine göre yönlendirir.



Şekil 5.2: Oto pilot - 1

DFCS sistemi elevatörlere ve aileronlara kumanda etmek sureti ile uçağa iki eksen boyunca (pitch ve roll) gerekli hareketleri yaptırarak uçağın yüksekliğini, airtspeed'i ve uçağın izleyeceği yolu muhafaza etmesini sağlar, gerektiğinde otomatik iniş yaptırır. Kontrol işlemleri sırasındaki durum pilotların panellerinde bulunan EADI komponentlerinde indikasyon olarak görülür. Böylece manuel çalışma sırasında pilotlara yapılması gerekli kumandalar gösterilir, otomatik pilot durumunda ise oto pilotun verdiği kumandalar izlenebilir. Otomatik olarak stabilizer'lerin trim ayarını yapmak sureti ile sürtünmeleri en aza indirir, yakıt tasarrufu sağlar. Yaw damper sistemi uçağın yaw osilasyonuna mani olmak için rudder'lara kumanda eder.



Şekil 5.3: Oto pilot – 2 ve kontrol sistemi

➤ **Oto pilot üç kısma ayrılır:**

- **Digital Flight Control System (DFCS) :** A. DFCS A ve B olarak iki sistemden meydana gelmiştir. Her bir kanal uçağa pitch ve roll eksenlerinde kumanda eder ve ayrıca mach trim ve speed trim işlemlerini yapar. Flight director kumandası ve flag logic kaptanın EADI (Sistem A)ına ve ikinci pilotun EADI (sistem B)ına bağlıdır. DFCS uçağa

kumanda eder. Otomatik iniş yapılmak istenirse sistemin fail passive olması için A ve B switch'lerinin her ikisi birden engage durumuna getirilir. Şayet belli başlı oto pilot fonksiyonları düzgün çalışmıyor ise ve/veya auto pilot disengage olmuş ise pilotları uyarmak üzere ışıklı ve sesli ikaz sinyalleri verilir. EADI pitch ve/veya roll barları kaybolur ve/veya flight arızalarını göstermek için çıkar.

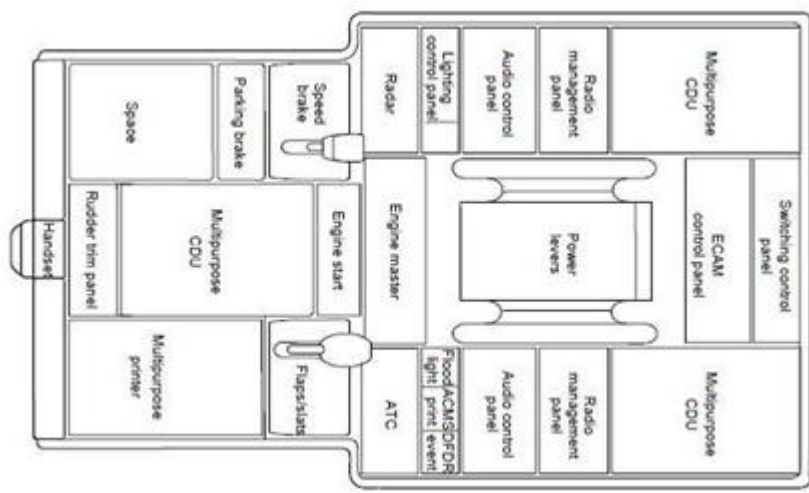
- **Yaw damper sistemi:** Yaw damper sistemi her zaman devrede olan ve stabilizeyi sağlayan bir sistemdir. Bu yaw damper computerin içindeki rate sensörler tarafından uçağın periyodik osilasyonları (dutch roll) hissedilir. Bu osilasyonların uçağın rotasını etkileyecek kadar artmaması için bu osilasyonları söndürmek üzere rudder hareket ettirilir. Yaw damping sistemi ile actuatörler öyle bağlanmışlardır ki yaw damping işlemi sırasında pilot mahallindeki pedallara bir geri besleme uygulanmaz, böylece pilotun uyguladığı rudder kumandası ile yaw damping hareketi birbirine karışmamış olur.
- **Auto throttle sistemi:** Auto throttle sistemi, take off ve go around sırasında motorların thrustlarını hesaplanan değerlere getirip o değerde sabit tutmak, cruise sırasında da uçağın hızını seçilen veya FMC tarafından hesaplanan airspeed (IAS veya mach) değerinde sabit tutmak üzere gaz kollarına otomatik olarak kumanda eder. Bu sistem aynı zamanda uçağın rotasında kalabilmesi ve iniş için alçalma manevraları sırasında emniyetli airspeed'i hesaplar ve muhafaza eder. Bunlardan başka otomatik iniş sırasında alev uzaması esnasında gaz kolları geri çeker. Auto throttle sistem bir servo assembly mekanizmasına bağlı gaz kollarını harekete geçiren bir komputerden ibarettir.

## 5.2. Pedestal – Merkez Panel

Merkez pedestal panel (P8) kokpitte kaptan ve yardımcı pilotun koltukları arasındaki bölgede yer almaktadır. Bu panel üzerinde başta haberleşme ve navigasyon sistemleri olmak üzere bu sistemlere ait kontrol panelleri, çok amaçlı gösterge üniteleri (MCDU) ve thrust lever gibi kumanda kontrolleri bulunmaktadır (Resim 5.1).



Resim 5.1: Pedestal paneli



Şekil 5.4: Merkez panel (pedestal) üzerinde kontrol panelleri yerleşimi

### 5.3. MCDU – Çok Amaçlı Gösterge

340'larda 3 adet MCDU yerleştirilmiştir. 3. MCDU sadece stand-by içindir ve normal durumlarda kullanılmaz. MCDU primary (ilk) kontrollerdendir ve uzun süreli faaliyetlerde kullanılır. A 340 uçaklarında görsel işitsel yapılan kontroller bu ünite de test edilir. MCDU 14 satır ve 24 karakter içeren bir gösterge ünitesidir. Aşağıdakileri içermektedir:

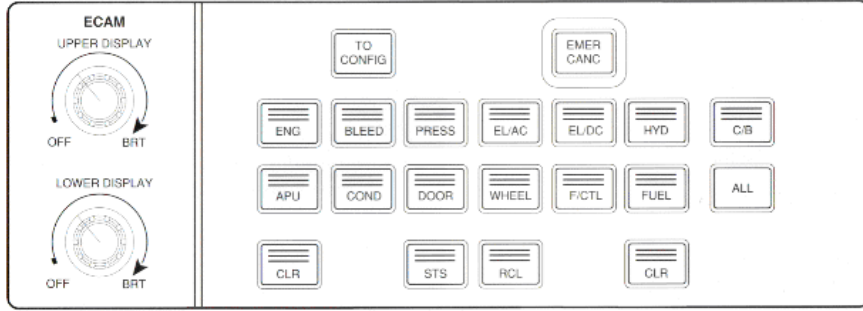


Şekil 5.5: MCDU

- DIR** Pilot o anki pozisyondan istenilen pozisyona geçmek için DIR komutunu uygular.
- PROG** Seçilen programa göre oluşan uçuş planıyla ilişkili aktif uçuş verilerini gösteren sayfayı yönetir.
- PERF** Geçerli uçuş performanslarını gösteren göstergelerin performansını gösterir.
- AIR PORT** Uçuş planında bulunan bir sonraki havalimanını gösterir.
- OVFY** Ufki uçuşta uçağın seçilen konumunun dâhilinde uçmasını sağlar.
- CLR** Verileri ve mesajları silmeye yarar.

#### 5.4. ECAM – Merkezi Elektronik Uçak Monitörü

ECAM sistemi uçak sistemlerinin normal veya normal olmayan durumlarında uçuş ekibine uçağı kullanma kolaylığı sağlar. Bu kullanma kolaylığı iki adet CRT (cathode ray tube katot ışınlu tüp) üzerinde mesaj ve sistemlerin sembolik şekilleri (synoptic) hâlinde sağlanmaktadır. CRT’lerde gösterilecek olan bilgilerin elde edilmesi ve bunların CRT ekranında belli bir sıra ile gösterilmesi tamamen otomatik olup uçuş ekibinin yapacağı bir işlem veya seçim yoktur.



**Şekil 5.6: ECAM**

➤ **Normal uçak sistem durumu**

ECAM sistemi aşağıdaki özelliklerden dolayı uçuş ekibinin çeşitli sistem göstergelerini devamlı gözlemesini önleyerek onlara bir konfor, rahatlık sağlamaktadır.

- Kullanılmış sistem ve fonksiyonların geçici kontrollerini monitör yapar (gösterir).
- Sistemlerin belirli sıra ile gözlenmesi (O andaki uçuş fazına en uygun sistemi şematik olarak sağ CRT’de gösterir.)
- Sistem parametrelerinin değişimi (Sistem parametreleri devamlı olarak kontrol edilir ve bu değerler normal değerlerinden çıkıp ikaz seviye değerlerine gelmeden önce sağ CRT üzerinde otomatik olarak gösterilir.)

➤ **Normal olmayan uçak sistem durumu**

Uçuş ekibinin iş yükünü aşağıdaki kolaylıkları yaptığı için büyük ölçüde azaltmıştır.

- Geliştirilmiş arıza bulma sistemi
- Düzeltici işlemlerin sırası
- En aza indirilmiş check list veya manuel
- Arızadan sonra sistem ve uçağın durumunun açık olarak izahı

İlave olarak ECAM sistemi SES ve IŞIK sinyalleri verir. Sesli ikazlar kokpit hoparlörlerinden, ışıklı ikazlar ise CRT’ler ve WLDP üzerinden görünür.

**Sistem Elemanları**

- İki adet FWC (flight warning computer)
- Bir adet SDAC (system data analog/digital converter)
- İki adet SGU (symbol generator unit)
- İki adet CRT (cathode ray tube)
- Bir adet ECAM control panel
- Bir adet AUDIO INTERFACE (ses bağlantısı)
- Bir adet MANINTENANCE CONTROL PANEL

## 5.5. Radyo Kontrol Paneli



Resim 5.2: Radyo kontrol paneli

**Transfer anahtarı:** Aktif frekansı gösterir. Resimdeki durumda yeşil ile aydınlatılmış seçili radyodaki 118.00 değeri ile gösterilmiştir.

**STBY/CRS:** Yön knob'larıyla ya da transfer anahtarına basılmak suretiyle aktif edilen standby frekansı gösterir.

**Radio bağlantısı seçme anahtarları:** Aktif pencere, Stby/Crs penceresinin stand-by frekansını ya da yönünü gösterdiği sırada geçerli frekansı gösterir. Yeşil bir ışıkla aydınlatılmıştır.

**VHF1:** VHF1'de bilgi gönderme

**VHF2:** VHF2'de bilgi gönderme

**VHF3:** VHF3'de bilgi gönderme

**HF1:** HF1'de bilgi gönderme

**SEL ışığı:** Pilot koltuğu tarafındaki radyo ile veri iletiminin yapılmadığı sırada beyaz ile aydınlatılır. Örneğin RPM 2 üzerindeki VHF 1 seçildiğinde (yardımcı pilot tarafında) ya da RPM 1 üzerindeki VHF 2 (kaptan tarafında) seçildiğinde

**HF2:** HF2'de bilgi gönderme

**AM:** AM'ye veri gönderilirken

**Frekans seçici knoblar:** Stby/Crs frekansını seçer. İçteki knob sadece ondalık değerleri, dıştaki ise tüm değerleri değiştirir.

**ON/OFF :** Güç kaynağını kontrol eder ve ses panelini açıp kapar.

**NAV push butonları:** Bu kapaklı (korunmuş) switch'e basıldığında radyo bağlantısı (navigasyonu) back up modundadır.

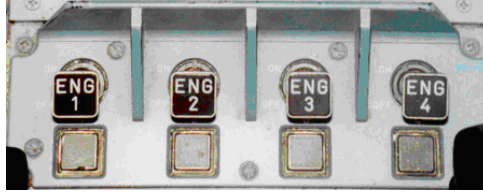
**Radio anahtarları:** Burada istenilen radyo navigasyonu seçilmiştir. Bu butona basıldığında, butonun solundaki yeşil monitör ışığı aydınlatılır.





## 5.7. Motor Master Switchler

<b>Yangın ikazı</b>	Herhangi bir motorda yangın veya bir arıza olduğu takdirde arızanın olduğu motorun switchi kırmızı şekilde yanar.
<b>Motor Master Switchi</b>	Motor çalıştığında seçici switch IGN/START pozisyonundadır ve master switchi On pozisyonuna gelir bununla birlikte alçak basınç yakıt valfi ve başlangıç valfleri açık olur. FADEC N2 % 50'ye ulaştığında başlangıç valfini kapar.



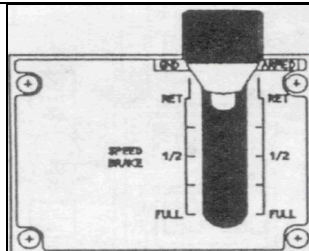
Resim 5.4: Motor master switchleri

## 5.8. Speedbrake

Kol, kanat üzerindeki yüzeylerin aerodinamik pozisyonlarını kontrol eder. Aerodinamik fren yüzeylerinin otomatik işlevini gerçekleştirebilmek için (İnişte yük tekerler üzerinde olmalı ve hız 72 knot üzerinde olmalıdır.) kol çekil pozisyonda olmalıdır. Uçuş esnasında aerodinamik fren yüzeyleri otomatik olarak yönetilemediğinde kolun aşağı pozisyonuyla manuel olarak yönetilir.

Yüksek ölçülen hız (IAS) ve tam açık (max. drag) aerodinamik fren yüzeyleri yüksek iniş oranı (hızı) sağlar.

<b>RET</b>	Toplanmış
<b>1/2</b>	1/2
<b>FULL</b>	Tamamen açık (35° for Spoiler; 30° Spoiler 2 and 6)



Şekil 5.7: Speedbrake

## UYGULAMA FAALİYETİ

Elektronik gösterge sistemlerinin kokpitteki donanımlarını inceleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kokpit eğitim seti üzerindeki pedestal panelini bulunuz.</li><li>➤ Panel üzerindeki tüm kontrol panellerini inceleyiniz.</li><li>➤ RCP (radio communication panel)'in yerini belirtiniz.</li><li>➤ RCP üzerindeki kontrol düğmelerini inceleyiniz.</li><li>➤ RCP üzerindeki VHF sistem seçim butonlarından birini aktif hâle getiriniz.</li><li>➤ Bu sırada frekans penceresinde görünen frekans değerinin geçerli bir VHF haberleşme frekansı olmasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Simülâtör programı üzerinden VHF sistemin seçilmesinden itibaren gerçekleşen olayları gözlemleyiniz.</li><li>➤ Aynı işlemleri HF haberleşme sistemi için</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma ortamınızda gerekli güvenlik önlemlerini almayı unutmayınız.</li><li>➤ Kokpit eğitim seti üzerinde öğretmeninizin kontrolünde ve talimatları doğrultusunda işlem yapınız.</li><li>➤ Kokpit eğitim seti üzerinde çalışırken simülasyon programından gerçekleştirdiğiniz değişikliklere ait indikasyonları takip ediniz.</li><li>➤ Kokpit eğitim seti üzerindeki kontrol butonlarını dikkatli bir şekilde kullanınız.</li></ul>

**ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME**  
bir rapor hâlinde hazırlayarak öğretmeninize sununuz.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- 1) Aşağıdakilerden hangisi oto pilot sistemi içinde yer almaz?  
A) DFCS  
B) Yaw damper  
C) Auto throttle  
D) VHF transceiver
- 2) Aşağıdakilerden hangisi pedestal üzerinde yer almaz?  
A) MCDU  
B) RCP  
C) Havalandırma kontrol paneli  
D) ACP
- 3) Aşağıdakilerden hangisi ECAM'ın elemanlarından değildir?  
A) FWC  
B) PFD  
C) SD  
D) ED

- 4) Aşağıda belirtilen kontrol düğmelerinden hangisi RCP üzerinde yer almaz?
- A) VOR
  - B) ILS
  - C) MLS
  - D) SGU

**Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.**

- 5) Oto pilot sistemi uçağa ..... ve ..... ekseninde gerekli hareketleri yaptırır.
- 6) ACP üzerindeki CAB butonu ..... için kullanılır.
- 7) MCDU üzerindeki CLR tuşu ..... için kullanılır.
- 8) RCP üzerindeki transfer anahtarı .....işlemi gerçekleştirir.

## **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Uygulamalı Test”e geçiniz.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1. Gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Kokpit eğitim seti üzerinde pedestal panelini bulabildiniz mi?		
3. Panel üzerindeki kontrol panellerini incelediniz mi?		
4. Bu kontrol panellerinin hangi sistemlere kumanda ettiğini incelediniz mi?		
5. CP'den bir VHF sistemi aktif hâle getirerek göstergelerde oluşan indikasyonları simülatör üzerinde gözlemleyebildiniz mi?		
6. RCP'den bir HF sistemi aktif hâle getirerek göstergelerde oluşan indikasyonları simülatör üzerinde gözlemleyebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- 1) Aviyonik test cihazları için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?  
A) Sadece uçak yer modunda iken test gerçekleştirebilir.  
B) Sadece uçak hava modunda iken test gerçekleştirebilir.  
C) Uçak yer ya da hava modunda iken kontrol yapabilir.  
D) Tek bir kontrol cihazı ile tüm sistemlerin kontrolü mümkündür.
- 2) Aşağıdakilerden hangisi CRT ekranlarda yüksek gerilimin olduğu kısımdır?  
A) Anod  
B) Katot  
C) Tabanca  
D) Izgara
- 3) Aşağıdakilerden hangisi CRT'lerin olumlu özelliklerinden biri değildir?  
A) Yüksek parlaklık  
B) Renk sayısı  
C) Açısal uygunluk  
D) Titreşimden etkilenmemesi
- 4) Aşağıdakilerden hangisi LCD'lerin avantajlarından biri değildir?  
A) Düşük gerilim ihtiyacı  
B) Maliyetin düşük olması  
C) Yüksek çözünürlük  
D) Yüksek kontrast
- 5) PFD'nin açılımı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Pilot's flight display  
B) Priority fault display  
C) Primary flight display  
D) Pilot's first display
- 6) Aşağıdaki kontrol panellerinden hangisi baş üstü panelinde yer almaz?  
A) MCDU  
B) Motor ve kanat aniti ice  
C) Air conditioning  
D) External lights

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

- 7) ARINC 429 test cihazı ARINC 429 sistemine ait ..... kontrol etmek için kullanılır.
- 8) Monokrom monitörler, sahip oldukları ..... maddesine göre sadece ..... gösterir.
- 9) Bir resmin oluşmasını sağlayan en küçük birime ..... denir.

- 10) CRT'lerin gerilim ihtiyacı LCD'lere göre .....dir.
- 11) Hız göstergesi kalkış için .....ulaşıldığını bildirir.
- 12) Radyo altimetre .....yardımı ile uçak ile yer arasındaki mesafeyi ölçer.
- 13) İniş esnasında uçağın maksimum iniş ağırlığına ulaşabilmesi için yakıt boşaltma işini yapan sisteme ..... denir.
- 14) Kaptan ve yardımcı pilot koltukları arasında yer alan merkezi panele ..... denir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarlarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Yanlış
2	Doğru
3	Yanlış
4	Doğru
5	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	D
4	C
5	elektron tabancası (electron gun)
6	fosfor
7	düşey tarama frekansı
8	ekranın tazelenmesi

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	liquid crystal display
2	harici
3	önden-arkadan
4	düşüktür
5	90°
6	çözünürlük
7	transistörler
8	renk derinliği



### ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	C
4	A
5	sıdestick üzerindeki take over push butona
6	baş üstü (overhead)
7	25
8	auto thrust
9	24
10	motor uyarı ekranının altına

### ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	B
4	D
5	pitch-roll
6	uçuş ekibi ile bağlantı kurmak
7	verileri ve mesajları silmek
8	aktif frekans ile stand-by frekansın değiştirilmesi

### MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	D
4	B
5	C
6	A
7	veri yollarını
8	crimson-tek renk
9	piksel
10	daha yüksektir
11	normal sürate
12	radyo sinyalleri
13	yakıt jettison sistemi
14	pedestal

## KAYNAKÇA

- LİK Hasan, **Uçak Teknik Temel Avionic**, Türk Hava Yolları Akademisi Bakımevi, İstanbul, 2000.
- MILLER Gary M., **Modern Electronic Communication**, Columbus Ohio, 1999.
- ŞAHİN Kaya, **Uçaklar ve Helikopterler**, İnkılâp Kitap Evi, İstanbul, 1999.
- [www.faa.gov](http://www.faa.gov) (12.02.2011/19:00)
- [www.shgm.gov.tr](http://www.shgm.gov.tr) (25.01.2011/22:00)