**RADAR SİNYAL İŞLEME YAZILIMI TEST TANIMI**

**(RADAR SIGNAL PROCESSING SOFTWARE TEST DEFINITION)**

**Doküman No:** YZ-7890-2024  
**Rev:** AA  
**Tarih:** 15/11/2024  
**Sayfa:** 1 / 45

**HAZIRLAYAN(LAR) / GÜNCELLEYEN(LER)**

| **Ad SOYAD** | **Projedeki Görevi** |
| --- | --- |
| Mehmet KAYA | Test Mühendisi |
| Ayşe YILMAZ | Yazılım Test Uzmanı |

**GÖZDEN GEÇİRME EKİBİ**

| **Ad SOYAD** | **Projedeki Görevi** |
| --- | --- |
| Dr. Ali ÖZKAN | Proje Müdürü |
| Fatma DEMİR | Kalite Güvence Uzmanı |

**ONAY**

| **Ad SOYAD** | **Görevi** |
| --- | --- |
| Eng. Hasan ÇELIK | Teknik Müdür |

**DEĞİŞİKLİK KAYITLARI**

| **Sıra No** | **Rev. Kodu** | **Tarih** | **Değişiklik Kararı** | **Değişikliğin Yeri** | **Açıklama** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | AA | 15/11/2024 | - | - | İlk yayın |

**İÇİNDEKİLER**

1. **KAPSAM** .................................................. 7 1.1. KİMLİK .................................................. 7 1.2. SİSTEME GENEL BAKIŞ ...................................... 8 1.3. DOKÜMANA GENEL BAKIŞ ..................................... 8
2. **REFERANS DOKÜMANLAR** ...................................... 9
3. **TEST HAZIRLIKLARI** ........................................ 10 3.1. DONANIM HAZIRLIĞI ........................................ 11 3.2. YAZILIM HAZIRLIĞI ........................................ 12 3.3. DİĞER TEST ÖNCESİ HAZIRLIKLAR ............................ 13
4. **TEST TANIMLARI** ........................................... 14 4.1. SİNYAL İŞLEME TESTLERİ ................................... 15 4.2. HEDEF TESPİT TESTLERİ .................................... 25 4.3. PERFORMANS TESTLERİ ...................................... 35
5. **GEREKSİNİMLERİN İZLENEBİLİRLİĞİ** .......................... 40
6. **NOTLAR** ................................................... 42
7. **EKLER** .................................................... 43

**1. KAPSAM**

**1.1. KİMLİK**

**Proje No:** 2024-RSP-001  
**Sistem/Altsistem İsmi:** AKREP Radar Sistemi  
**Yazılım İsmi:** Radar Sinyal İşleme Yazılımı  
**Yazılım Kısaltması:** YKB-RSP  
**DOORS Temel Numarası:** 1.0  
**DOORS Adresi:** /2024/AKREP/RSP/RSP-YTET

**1.2. SİSTEME GENEL BAKIŞ**

AKREP Radar Sistemi, hava savunma amaçlı geliştirilmiş, çok fonksiyonlu bir radar sistemidir. Sistem, 360° azimut tarama kapasitesi ile 150 km menzile kadar hava hedeflerini tespit edebilmektedir.

Radar Sinyal İşleme Yazılımı (RSP), ham radar sinyallerini işleyerek hedef tespiti, takibi ve sınıflandırması yapan kritik bir yazılım bileşenidir. Yazılım, gerçek zamanlı sinyal işleme algoritmaları kullanarak yüksek performanslı hedef tespiti sağlar.

Sistem ASELSAN tarafından geliştirilmekte olup, Türk Silahlı Kuvvetleri tarafından kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

**1.3. DOKÜMANA GENEL BAKIŞ**

Bu doküman, Radar Sinyal İşleme Yazılımı'nın fonksiyonel ve performans testlerini tanımlamaktadır. Doküman, J-STD-016 standardına uygun olarak hazırlanmış olup, test hazırlıklarından test sonuçlarının değerlendirilmesine kadar tüm test süreçlerini kapsamaktadır.

Test tanımları DOORS gereksinim yönetim aracı kullanılarak hazırlanmış ve yazılım gereksinimleri ile tam izlenebilirlik sağlanmıştır.

**2. REFERANS DOKÜMANLAR**

| **No** | **Doküman İsmi** | **Doküman No** | **Rev** | **Yeri** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | RSP Yazılımı Gereksinim Özellikleri | YZ-7890-0001 (041) | AB | DOORS /2024/AKREP/RSP |
| 2 | AKREP Projesi Yazılım Test Planı | YTP-2024-RSP-001 | AA | Dokümantasyon |
| 3 | Radar Sinyal İşleme Arayüz Tasarım Tanımı | YZ-7890-0003 (042) | AA | DOORS /2024/AKREP/RSP |
| 4 | AKREP Sistem Mimarisi Dokümanı | SM-2024-001 | AB | Dokümantasyon |

**3. TEST HAZIRLIKLARI**

**Test Konfigürasyon Şemaları**

**Test Konfigürasyonu – 1 (Tam Sistem Testi)**

[Radar Anteni] → [RF Ön Uç] → [Sinyal İşleme Ünitesi]

↓

[Test Konsolu] ← [Ethernet Switch] ← [RSP Yazılımı]

↓

[Test Sonuçları DB]

**Test Konfigürasyonu – 2 (Simülasyon Testi)**

[Radar Simülatörü] → [RSP Yazılımı] → [Test Arayüzü]

↓

[Performans İzleme]

**3.1. DONANIM HAZIRLIĞI**

1. **Radar Sinyal İşleme Ünitesi (AB-7890-0015):** RSP yazılımının üzerinde koşacağı, ASELSAN'da üretilen Intel Xeon işlemcili, 64GB RAM kapasiteli işleme ünitesi.
2. **Radar Test Konsolu (RTC-2024-001):** RSP yazılımının test edilmesi için özel olarak geliştirilmiş test konsolu. Windows 11 işletim sistemi ve özel test yazılımları ile donatılmıştır.
3. **Radar Simülatörü (RS-SIM-2024):** Gerçek radar sinyallerini simüle eden donanım. Çeşitli hedef senaryolarını oluşturabilme kapasitesine sahiptir.
4. **Yüksek Hızlı Ethernet Switch (HS-ETH-001):** RSP yazılımı ile test konsolu arasında 10 Gigabit Ethernet bağlantısı sağlayan switch.
5. **Hassas Zaman Referansı (GPS-SYNC-001):** Tüm sistem bileşenleri için GPS tabanlı zaman senkronizasyonu sağlayan ünitesi.

**3.2. YAZILIM HAZIRLIĞI**

1. **RSP Test Yazılımı (RSP-TEST-2024.1):** RSP yazılımına test sinyalleri gönderen ve çıktılarını analiz eden Microsoft Visual C++ ile geliştirilmiş test yazılımı.
2. **Sinyal Analiz Yazılımı (SIG-ANALYZER-v3.2):** RSP yazılımının çıktılarının doğruluğunu analiz eden MATLAB tabanlı analiz yazılımı.
3. **Performans İzleme Yazılımı (PERF-MON-2024):** RSP yazılımının kaynak kullanımını ve performans metriklerini izleyen Python tabanlı izleme yazılımı.
4. **Veritabanı Sistemi (PostgreSQL 15.2):** Test sonuçlarının saklandığı ve raporlandığı veritabanı sistemi.

**3.3. DİĞER TEST ÖNCESİ HAZIRLIKLAR**

Testlere başlamadan önce sırasıyla:

• Radar simülatörünün kalibrasyon kontrolleri yapılır ve referans sinyallerin doğruluğu onaylanır.

• Test ortamındaki elektromanyetik parazit seviyesi ölçülür ve kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu doğrulanır.

• Tüm test donanımlarının zaman senkronizasyonu GPS referansı ile kontrol edilir.

• Test veritabanı temizlenir ve yeni test oturumu için hazırlanır.

• RSP yazılımının başlangıç konfigürasyonu yüklenir ve sistem sağlık kontrolleri tamamlanır.

**4. TEST TANIMLARI**

AKREP Radar Sinyal İşleme Yazılımı'nın doğrulanması amacıyla hazırlanan testler aşağıdaki tabloda belirtilen 3 test grubu altında toplanmıştır.

| **#** | **Test Grubu İsmi** | **Test Sayısı** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Sinyal İşleme Testleri | 15 |
| 2 | Hedef Tespit Testleri | 12 |
| 3 | Performans Testleri | 8 |
| **Toplam** |  | **35** |

**4.1. SİNYAL İŞLEME TESTLERİ**

**Test ID: RSP-YTET-001**

**Test Adı:** Doppler Frekans Analizi Testi

**Adreslenen Gereksinimler:** RSP-REQ-101, RSP-REQ-102, RSP-REQ-105

**Testin Amacı:** RSP yazılımının gelen radar sinyallerindeki Doppler frekans kaymasını doğru şekilde hesaplayabildiğinin ve hedef hızını belirleyebildiğinin doğrulanması.

**Önkoşullar:** Test Konfigürasyon-2'da yapılmalıdır. Radar simülatörü kalibre edilmiş olmalıdır.

**Test Girdileri:**

* Sabit hedef sinyali (0 m/s)
* 100 m/s hızla yaklaşan hedef sinyali
* 200 m/s hızla uzaklaşan hedef sinyali
* Çoklu hedef senaryosu (3 farklı hız)

**Test Yönergesi:**

1. Radar simülatöründen sabit hedef sinyali RSP yazılımına gönderilir.
   * *RSP yazılımı hedef hızını 0 ± 2 m/s olarak hesaplamalıdır.*
2. 100 m/s hızla yaklaşan hedef sinyali gönderilir.
   * *Hesaplanan hız 100 ± 3 m/s aralığında olmalıdır.*
3. 200 m/s hızla uzaklaşan hedef sinyali gönderilir.
   * *Hesaplanan hız -200 ± 5 m/s aralığında olmalıdır.*
4. Üç farklı hızda hedef içeren çoklu senaryo test edilir.
   * *Her hedefin hızı ±%3 doğrulukla hesaplanmalıdır.*

**Beklenen Test Sonuçları:** Test yönergesi bölümünde ilgili adımların altında italik olarak verilmiştir.

**Test Varsayım ve Kısıtları:** Test sırasında çevresel RF parazit seviyesi -80 dBm'in altında olmalıdır.

**Test ID: RSP-YTET-002**

**Test Adı:** Mesafe Hesaplama Testi

**Adreslenen Gereksinimler:** RSP-REQ-201, RSP-REQ-202

**Testin Amacı:** RSP yazılımının hedeflerin mesafesini pulse-time-of-flight metoduyla doğru hesaplayabildiğinin doğrulanması.

**Önkoşullar:** Test Konfigürasyon-2'da yapılmalıdır. Zaman referansı senkronize edilmiş olmalıdır.

**Test Girdileri:**

* 10 km mesafede hedef
* 50 km mesafede hedef
* 100 km mesafede hedef
* 150 km mesafede hedef (maksimum menzil)

**Test Yönergesi:**

1. 10 km mesafede simüle hedef oluşturulur.
   * *Hesaplanan mesafe 10.0 ± 0.1 km olmalıdır.*
2. 50 km mesafede hedef test edilir.
   * *Hesaplanan mesafe 50.0 ± 0.2 km olmalıdır.*
3. 100 km mesafede hedef test edilir.
   * *Hesaplanan mesafe 100.0 ± 0.5 km olmalıdır.*
4. Maksimum menzil (150 km) testi yapılır.
   * *Hesaplanan mesafe 150.0 ± 1.0 km olmalıdır.*

**Beklenen Test Sonuçları:** Tüm mesafe hesaplamaları belirtilen tolerans aralıkları içinde olmalıdır.

**Test Varsayım ve Kısıtları:** GPS zaman referansı aktif olmalıdır.

**4.2. HEDEF TESPİT TESTLERİ**

**Test ID: RSP-YTET-016**

**Test Adı:** Tek Hedef Tespit Testi

**Adreslenen Gereksinimler:** RSP-REQ-301, RSP-REQ-302

**Testin Amacı:** RSP yazılımının tek bir hava hedefini güvenilir şekilde tespit edebildiğinin doğrulanması.

**Önkoşullar:** Test Konfigürasyon-1'de yapılmalıdır.

**Test Girdileri:**

* Küçük RCS hedef (1 m²)
* Orta RCS hedef (10 m²)
* Büyük RCS hedef (100 m²)

**Test Yönergesi:**

1. 1 m² RCS'ye sahip hedef 80 km mesafede simüle edilir.
   * *Hedef tespit edilmeli ve RCS değeri 1 ± 0.2 m² olarak hesaplanmalıdır.*
2. 10 m² RCS'ye sahip hedef 100 km mesafede test edilir.
   * *Hedef tespit edilmeli ve RCS değeri 10 ± 1 m² olarak hesaplanmalıdır.*
3. 100 m² RCS'ye sahip hedef 140 km mesafede test edilir.
   * *Hedef tespit edilmeli ve RCS değeri 100 ± 5 m² olarak hesaplanmalıdır.*

**Beklenen Test Sonuçları:** Tüm hedefler başarıyla tespit edilmeli ve RCS değerleri doğru hesaplanmalıdır.

**Test ID: RSP-YTET-017**

**Test Adı:** Çoklu Hedef Tespit Testi

**Adreslenen Gereksinimler:** RSP-REQ-303, RSP-REQ-304

**Testin Amacı:** RSP yazılımının aynı anda birden fazla hava hedefini tespit edebildiğinin ve birbirinden ayırt edebildiğinin doğrulanması.

**Önkoşullar:** Test Konfigürasyon-1'de yapılmalıdır.

**Test Girdileri:**

* 2 hedef senaryosu (30 km arayla)
* 5 hedef senaryosu (15 km min. aralık)
* 10 hedef senaryosu (farklı yükseklik ve mesafede)

**Test Yönergesi:**

1. İki hedef 50 km ve 80 km mesafede simüle edilir.
   * *Her iki hedef de ayrı ayrı tespit edilmelidir.*
2. Beş hedefli senaryo test edilir (40-100 km aralığında).
   * *Tüm hedefler doğru pozisyonlarıyla tespit edilmelidir.*
3. On hedefli karmaşık senaryo test edilir.
   * *En az 8 hedef doğru şekilde tespit edilmelidir.*

**Beklenen Test Sonuçları:** Belirlenen kriterlere göre hedef tespit başarı oranı %80'in üzerinde olmalıdır.

**4.3. PERFORMANS TESTLERİ**

**Test ID: RSP-YTET-029**

**Test Adı:** Gerçek Zamanlı İşleme Performans Testi

**Adreslenen Gereksinimler:** RSP-REQ-501, RSP-REQ-502

**Testin Amacı:** RSP yazılımının yüksek veri yükü altında gerçek zamanlı performans gereksinimlerini karşılayabildiğinin doğrulanması.

**Önkoşullar:** Test Konfigürasyon-1'de yapılmalıdır. Performans izleme yazılımı aktif olmalıdır.

**Test Girdileri:**

* Nominal veri yükü (100 MB/s)
* Yüksek veri yükü (200 MB/s)
* Maksimum veri yükü (300 MB/s)

**Test Yönergesi:**

1. 100 MB/s veri yükü ile 10 dakika sürekli test yapılır.
   * *İşleme gecikmesi 50 ms'nin altında kalmalıdır.*
2. 200 MB/s veri yükü ile 5 dakika test yapılır.
   * *İşleme gecikmesi 100 ms'nin altında kalmalıdır.*
3. 300 MB/s maksimum yük ile 2 dakika test yapılır.
   * *Sistem çökmeden çalışmaya devam etmelidir.*

**Beklenen Test Sonuçları:** Belirtilen performans kriterleri karşılanmalıdır.

**Test Varsayım ve Kısıtları:** Test sırasında sistem kaynak kullanımı %90'ı geçemez.

**5. GEREKSİNİMLERİN İZLENEBİLİRLİĞİ**

**Gereksinimlerden Test Tanımlarına İzlenebilirlik**

| **Gereksinim ID** | **Test Tanımları** |
| --- | --- |
| RSP-REQ-101 | RSP-YTET-001, RSP-YTET-003 |
| RSP-REQ-102 | RSP-YTET-001, RSP-YTET-004 |
| RSP-REQ-201 | RSP-YTET-002, RSP-YTET-005 |
| RSP-REQ-301 | RSP-YTET-016, RSP-YTET-018 |
| RSP-REQ-302 | RSP-YTET-016, RSP-YTET-019 |
| RSP-REQ-501 | RSP-YTET-029, RSP-YTET-031 |

**Test Tanımlarından Gereksinimlere İzlenebilirlik**

| **Test ID** | **Adreslenen Gereksinimler** |
| --- | --- |
| RSP-YTET-001 | RSP-REQ-101, RSP-REQ-102, RSP-REQ-105 |
| RSP-YTET-002 | RSP-REQ-201, RSP-REQ-202 |
| RSP-YTET-016 | RSP-REQ-301, RSP-REQ-302 |
| RSP-YTET-017 | RSP-REQ-303, RSP-REQ-304 |
| RSP-YTET-029 | RSP-REQ-501, RSP-REQ-502 |

**6. NOTLAR**

**Kısaltma Listesi:**

**GPS** - Global Positioning System  
**RCS** - Radar Cross Section  
**RF** - Radio Frequency  
**RSP** - Radar Sinyal İşleme  
**YKB** - Yazılım Konfigürasyon Birimi  
**YTET** - Yazılım Test Tanımı

**Özel Notlar:**

* Tüm testler elektromanyetik uyumluluk (EMC) laboratuvar ortamında gerçekleştirilmelidir.
* Kritik güvenlik testleri için çifte onay süreci uygulanmalıdır.
* Test sonuçları 5 yıl süreyle arşivlenmelidir.

**7. EKLER**

**Ek-A: Detaylı Test Konfigürasyon Şemaları**

**Ek-B: Performans Kriterleri Tabloları**

**Ek-C: Test Veritabanı Şeması**

**Ek-D: Acil Durum Prosedürleri**

**Doküman Sonu**

*Bu doküman toplam 45 sayfadan oluşmaktadır ve ASELSAN UGES Yazılım Geliştirme süreçlerine uygun olarak hazırlanmıştır.*