

# Zaman Tetikli Almaç Planlayıcı Yazılım Bileşeni Tasarımı

Mustafa Dursun, Özgür Kızılay

REHİS-TTD Görev Yazılımları Müdürlüğü, Aselsan A.Ş.  
Ankara

{mdursun, ozgurk}@aselsan.com.tr

**Öz.** Elektronik taarruz uygulanacak radarlara ait yayın parametreleri sürekli izlenmeli ve parametreleri güncellenmelidir. İzleme işlevinin doğru ve verimli yapılabilmesi, izlemeyi sağlayacak planlamanın etkili yapılmasına ve yapılan planlamanın donanım birimlerinde doğru zamanlamayla uygulanmasına bağlıdır. Bu makalede hedef izleme işlevinin planlama ve uygulamasını yürütecek bir yazılım bileşeni olan almaç planlayıcı bileşeni sunulmaktadır. Almaç planlayıcı bileşeni, sistemin işlevsel ve zamansal kısıtlarını sağlaması amacı ile zaman tetikli özel bir durum ve görev tasarımına sahiptir. Bu tasarım aynı işlemcide koşutlanan diğer işlevlerin almaç planlayıcı bileşeni ile bağımlılıkları ve etkileşimleri gözetilerek gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler.** Almaç planlayıcı, Elektronik taarruz hedef izleme, gerçek-zamanlı yazılım

## 1 Giriş

Hedef izleme işlevi ET (Elektronik Taarruz) işlevi [1,2] kapsamında taarruz uygulanacak yayınların parametrelerinin izlenmesini ve güncellenmesini gerçekleştirir [3,13]. Hedef izleme kapsamında yayınların aydınlatmaları takip edilir veya yayınların aydınlatmaları için arama gerçekleştirilir. İzleme işlevinin doğru ve verimli yapılabilmesi, izlemeyi sağlayacak planlamanın sistem kısıtlarına göre yapılmasını ve yapılan planlamanın almaçta doğru zamanlamayla uygulanmasına bağlıdır [1]. AK (Almaç Kontrol) YKB (Yazılım Konfigürasyon Birim), YK (Yönetmelik Kontrol) YKB'den kendisine atanan yayınların izlenmesi işlevini gerçekleyen gerçek-zamanlı [6] yazılım birimidir. AK YKB, izlenecek yayınlar için yayınlara özel tarama adımlarından oluşan tarama rejimini [4] dinamik olarak çalışma zamanında oluşturur. Cihaz içi test (CİT) ve sıcaklık sorgu adımlarını, tarama rejimine dâhil ederek planlanan adımları almaçta uygular. Tarama adımları sonucunda alınan darbe tanımlayıcı kelimeler (DTK) [2] ile gerekli hedef izleme raporlarını oluşturur. Ayrıca CİT adımları sonucunda hataları tespit ederek hata raporlarını oluşturur. Bunlara ek olarak YK YKB ile haberleşmeyi gerçekleştirir. Bu işlevler koşut zamanlı olarak çalıştırılması gereken işlevlerdir. Bu sebeple AK YKB tasarımında koşut zamanlı işlevleri gerçekleyen bileşenlerin işlemcide koşutlanması için çoklu görevler kullanılmıştır.

Hedef izleme işlevinin başarılı olması için gerekli zamansal ve işlevsel kısıtlar yerine getirilmelidir. Tarama rejimi bir yayına aydınlatma takip ve arama uygulayabilmek için hangi zamanda başlanarak ne kadar süre ile ortamdaki sinyallerin alınması gerektiğini belirleyen bir planlamadır. Tarama rejiminde belirlenen sinyal alınması başlangıç zamanı ve uygulama süresi bir tarama adımı olarak tanımlanır. Sistem gerekleri uyarınca tarama rejimi ilgilenilen yayınlarda değişiklik olması durumunda tekrar oluşturulmalıdır. Ancak almaçta uygulanan bir tarama adımı varsa adım bittiğinde tarama rejimi oluşturulmalıdır. Almaçta aynı anda yalnızca bir tarama adımı uygulanabilmektedir. Ayrıca tarama rejimindeki herhangi iki tarama adımı arasında tanımlı bir anahtarlama süresi bulunmaktadır. AK YKB anahtarlama süresi içerisinde bir önceki tarama adımı sonucu sayısal almancın ürettiği verileri kendi belleğine kopyalamalı, bu veriler üzerinde bir sonraki tarama adımının parametrelerini etkileyecek analizleri yürütmeli ve bir sonraki tarama adım için gerekli parametreleri sayısal almaca göndererek sayısal almacı ayarlamalı ve yeni tarama adımını başlatmalıdır. Hedef izleme işlevinin başarılı olması için tarama adımlarının yayın parametrelerine göre doğru zamanlarda ve gecikme olmadan uygulanması gerekmektedir.

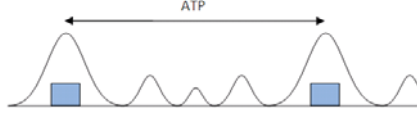
Bu bildiride almaç planlayıcı bileşenin mimari tasarımı sunulmaktadır. Almaç planlayıcı bileşeni, AK YKB'nin sayısal almacı planlama ve uygulama için kullandığı temel bileşendir [5]. Almaç planlayıcı bileşeni, tarama rejimini dinamik olarak oluşturur ve gerekli CİT/sıcaklık sorgularını da tarama rejimine dâhil ederek oluşturulan planlamayı almaçta uygular. Almaç planlayıcı bileşeninde almaçla ilgili işlevsel kısıtları karşılamak amacı ile özel bir durum tasarımı uygulanmıştır. Almaç planlayıcı bileşenin durum tasarımı ilkesel olarak almaç ve AK YKB'nin durum senkronizasyonunun sağlanmasına dayanmaktadır. Durum senkronizasyonu iki birim arasında haberleşmeden bağımsız olarak zaman tetikli bir tasarım [8] ile sağlanmaktadır. Bahsedilen ilkesel yaklaşım bir TDMA [9] zaman dilimi atama algoritması olan DRAND'e [10] benzerlik gösterir. Bu tasarıma göre bir tarama adımının uygulanmasında almancın ayarlanma, tarama adımı başlatımı ve tarama adımı sonucunda DTK'ların almaçtan alınma ve kontrol süreleri bilinen değerler üzerinden atanarak durum senkronizasyonu sağlanır. Ancak bilinen değerlerde herhangi bir sapma olması durumunda durum senkronizasyonun bozulması da mümkündür. Almaç planlayıcı bileşeni, bu durumu ele alacak ve herhangi bir hataya yol açmadan işleyişine devam edecek bir mekanizmaya da sahiptir. Bunlara ek olarak bildiride koşut zamanlı işlevlerin tarama rejiminin uygulanmasında gecikmelere yol açmadan uygulanması için görev öncelikleri ve tasarımları da sunulmaktadır.

Makalenin 2. bölümünde ET alt sisteminde hedef izleme işlevinin nasıl yürütüldüğü, 3. bölümünde AK YKB'nin arayüz ve görev tasarımı anlatılmıştır. Bölüm 4'te almaç planlayıcı bileşenin durum ve görev tasarımı anlatılırken bölüm 5'te bileşenin işleyişi ile ilgili değerlendirme sunulmuştur. Bölüm 6 ise sonuç kısmıdır.

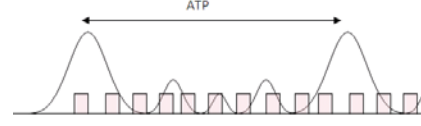
## 2 Hedef İzleme İşlevi

Hedef izleme işlevi aydınlatma takip ve aydınlatma arama alt işlevlerinden oluşmaktadır. Aydınlatma takip, altmod parametreleri (aydınlatma süresi/zamanı/tipi,

ATP (Anten Tarama Periyodu), frekans, PRI, PW, vb.) daha önceden tespit edilmiş yayınların, buldukları altmoddaki varlıklarının devamının kontrol edilmesini sağlayan hedef izleme işlev modudur.



Şekil 1. Aydınlatma Takip İşlevi



Şekil 2. Aydınlatma Arama İşlevi

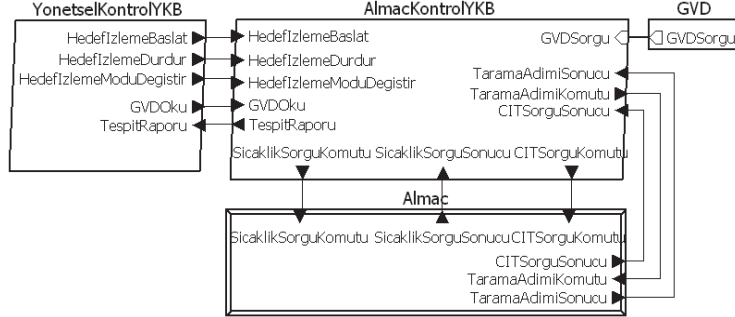
Aydınlatma takip işlevi, almanın hedef yayın altmod parametreleri kullanılarak yayınlara ait sinyalleri alacak şekilde yayının aydınlatma süresi içinde ayarlanması ve belli bir süre sinyal toplanmasına dayanmaktadır. Aydınlatma takip işlevinin yürütülmesi için almanın sinyal beklediği zaman dilimleri Şekil 1'de görüldüğü gibi yayının aydınlatma zamanına denk gelecek şekilde planlanmaktadır. Aydınlatma zamanlarına planlanan zaman dilimlerinin zamanında uygulanamaması hedef yayının izlenememesine dolayısıyla da aydınlatma takip işlevinin başarısız olmasına neden olur. Aydınlatma arama, modu bilinen ancak altmodu bilinmeyen yayınların altmodunun tespitini sağlayan hedef izleme işlev modudur. Aydınlatma arama işlevi yürütülürken yayının altmod parametreleri bilinmediği için yayının moduna bağlı olarak sık periyotlarla almaç ayarlanarak hedef yayından sinyal beklenir. Aydınlatma arama işlevinin yürütülmesi için almanın sinyal beklediği zaman dilimleri, Şekil 2'de görüldüğü gibi aranan yayının aydınlatma zamanıyla örtüşmesini garanti edecek bir periyotla planlanmaktadır. Hedef izleme işleminin başarılı olabilmesi için almanın ayarlanıp sinyal beklediği zaman dilimlerinin almaçta zamanında uygulanması kritiktir. Zamanında uygulanamayan zaman dilimleri, aydınlatma arama işlevinin başarısızlığına sebep olabilmektedir. İzlenecek yayınlar ve izlenen yayınların parametreleri sistem çalışma zamanında değişebilmektedir. Bu sebepten, almanın sinyal beklediği zaman dilimlerinin dinamik olarak oluşturulması gerekmektedir.

### 3 Almaç Kontrol YKB Tasarımı

#### 3.1 Almaç Kontrol YKB Arayüzleri

ET Alt Sistemi, hedef izleme işlevini gerçekleştirebilmek için önceden tespit edilen yayın parametrelerini ve Görev Veri Dosyasında (GVD) bulunan parametreleri kullanmaktadır. Hedef izleme işlevinin gerçekleştirilebilmesi için tespit edilen ve izlenecek yayınların yayın parametrelerinin AK YKB'ye aktarılması gerekmektedir. Şekil 3 AK YKB'nin diğer sistem bileşenleri ile hedef izleme işlevi bakış açısıyla soyutlanmış arayüzlerini ve sistem mimarisini AADL [7] modeli olarak göstermektedir.

YK YKB, ET kullanıcı arayüzü ile AK YKB arasındaki mesaj ve veri alışverişinin sağlandığı ve tespit raporlarından teşhis işleminin yapıldığı yazılım birimidir. Hedef izleme işlevinin başlatılması/durdurulması, GVD yüklenmesi AK YKB'ye YK YKB'nin gönderdiği mesajlar ile gerçekleştirilmektedir. YK YKB, bir yayın için hedef izleme başlatmak için AK YKB'ye 'HedefİzlemeBaşlat' mesajını gönderir. Bu mesaj la birlikte yayınların aydınlatma takip ve arama için gerekli yayın parametreleri



Şekil 3. ET Alt Sistemi Bileşenleri

de AK YKB'ye gönderilir. AK YKB, 'Hedef İzleme Başlat' mesajını aldığı anda bir yayın için aydınlatma takip modunu uygularken, 'Hedef İzleme Modu Değiştir' mesajını alması ile aydınlatma arama moduna geçer. Bir yayının Hedef izleme işlevinin durdurulması YK YKB'nin gönderdiği 'Hedef İzleme Durdur' ile gerçekleştirilir.

Almaç, tarama adımı, CİT ve sıcaklık sorgu komutlarını uygulayan donanım birimidir. Almaç tarama adımı komutunda belirtilen ayarlara göre yayın sinyallerini alır ve DTK verisini oluşturarak ve AK YKB'ye gönderir. CİT ve sıcaklık sorgu adımları sonucunda ise almaç CİT ve sıcaklık verilerini oluşturarak AK YKB'ye gönderir. Almaç aynı anda tarama, CİT ve sıcaklık adımlarından yalnızca bir tanesini uygulayabilmektedir.

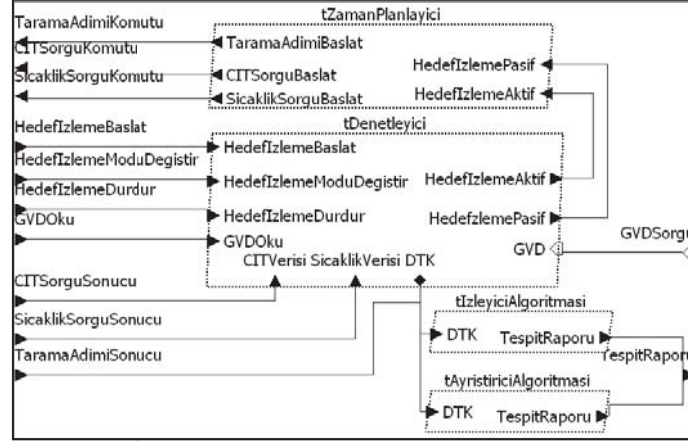
GVD, taarruz edilecek yayınlara ait önceden bilinen parametrelerin tutulduğu veri tabanıdır. Tarama rejimi oluşturulurken ihtiyaç duyulan parametreler gerekli sorgularla GVD'den elde edilmektedir.

### 3.2 Almaç Kontrol YKB Görevleri

AK YKB gerçek zamanlı bir işletim sistemi olan VxWorks üzerinde koşturmak için tasarlanmış bir yazılımdır. Bir önceki bölümde arayüz tasarımı anlatılmış olan AK YKB'nin görev tasarımının AADL [7] modeli Şekil 4'te verilmiştir. AK YKB'nin hedef izleme işlevleri bu görevler bağlamında yürütülmektedir [6].

tDenetleyici görevi YK YKB ve almaç ile olan dış arayüzlerden veri ve mesaj akışını yürüten, yazılım içi işlevleri başlatan ve sonlandıran, durumlarını takip eden ve GVD sorgularını yapan görevdir. Bu çerçevede tDenetleyici görevi YK YKB ve almaçla gerçekleşen mesaj ve veri alışverişi, GVD sorgulama ve izleme listesinin güncellenmesi işlemlerini gerçekleştirir. Bu işlemlerin yanı sıra algoritma arayüzü üzerinden almaçın ürettiği DTK'lar ile izleyici veya ayrıştırıcı algoritmasının tAyrıştırıcı Algoritması ve tİzleyici Algoritması görevleri bağlamında yürütülmesini tetikler. İlave tPlanlayıcı görevi bağlamında hedef izlemenin aktif veya pasif yapılmasını tetikler. tPlanlayıcı görevi tarama rejiminin ve planlama penceresinin oluşturularak uygulanmasını yöneten görevdir. tAyrıştırıcı Algoritması ve tİzleyici Algoritması görevleri ayrıştırıcı ve izleyici algoritmalarını yürütür. Bu görevler algoritmalarca oluşturulan tespit raporlarının YK YKB'ye gönderilme amacıyla tDenetleyici görevini Denetleyici\_Algoritma arayüzü üzerinden tetikler. tDenetleyici ve algoritma görevleri arayüzlerden alınan mesajlar ile tetiklenerek işletim sisteminde

koşmak üzere hazır hale gelir. Diğer yandan tPlanlayıcı görevi oluşturduğu planlama penceresindeki adım zamanlarına göre tetiklenir ve işletim sisteminde koşmak üzere hazır hale gelir.



Şekil 4. Almaç Kontrol YKB Görev Tasarımı

Hedef izlemeyi yürüten görevlerin hem kendi aralarındaki hem de diğer görevlerle (işletim sistemi görevleri, diğer yazılım görevleri) olan öncelik ilişkileri tüm işlevlerin sağlıklı çalışması için iyi tasarlanmalıdır. Tablo 1’de hedef izleme görevlerinin göreceli öncelikleri verilmiştir. Tabloda öncelik sütununda belirtilen en düşük sayı en yüksek önceliği belirtmektedir. tPlanlayıcı görevi, tarama rejimi temel alınarak oluşturulan pencere adımlarını uyguladığı için ve bu işlemleri uygularken diğer görevler tarafından kesilmesi adımların uygulanmasını engelleyeceği için en yüksek önceliğe sahip olan görevdir. 2. En yüksek önceliğe sahip olan görev tDenetleyici görevidir. Bu görev YK YKB ve almaç dış arayüzlerinden aldığı mesajları işlemesi ve bu mesajlardan bazılarının hedef izlemeyi etkilemesi nedeniyle tPlanlayıcı görevinden başka bir görev tarafından kesilmemelidir. tİzleyiciAlgoritması ve tAyrıştırıcıAlgoritması görevlerinin öncelikleri tPlanlayıcı ve tDenetleyici görevlerinden düşüktür. Bunun sebebi ise uygulanan tarama adımları sonucu alınan DTK verilerinin işlenmesi sonucu bu görevler tarafından oluşturulan tespit raporlarının gecikmesinin hedef izleme işlevlerinin aksamasına tercih edilmesidir. tİzleyiciAlgoritması görevinin tAyrıştırıcıAlgoritması görevinden yüksek öncelikli olması ise hedef izleme işlevi kapsamında yürütülen hedef takip işleminin hedef arama işlemine göre daha öncelikli olmasıyla açıklanmaktadır.

Tablo 1. Görev Öncelikleri

Görev	Öncelik
tPlanlayıcı	1
tDenetleyici	2
tİzleyiciAlgoritması	3
tAyrıştırıcıAlgoritması	4

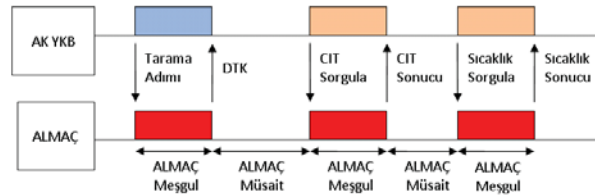
## 4 Almaç Kontrol YKB Almaç Planlayıcı Tasarımı

Almaç planlayıcı bileşeni, planlama penceresini doğru uygulayabilmek için tarama adımlarını doğru zamanda başlatmalı ve tarama adımlarının bittiği zamanı da doğru takip etmelidir. AK YKB’de almaç planlayıcı aktif bir UML [11,12] sınıfı olarak tasarlanmıştır. Aktif bir UML sınıfı işlemcide bağımsız koşabilen bir görev, diğer görevlerle olaylar vasıtasıyla haberleşebilmesi için bir haberleşme mekanizmasına ve bir durum diyagramına sahip bir yapıdır. Almaç planlayıcı bileşenin sahip olduğu görev Şekil 4’te gösterilen almaç planlayıcı görevidir.

### 4.1 Almaç Planlayıcı Durum Tasarımı

Almaç planlayıcı durumları almaç durumlarıyla olan etkileşim temel alınarak tasarlanmıştır. Almaç durumları planlama bakış açısıyla soyutlandığında iki durum yeterli olmuştur: Meşgul ve Müsait durumları. Almaç planlayıcı durum tasarımı, almaç planlayıcı bakış açısıyla almaç durumlarının bir modelini yansıtmaktadır.

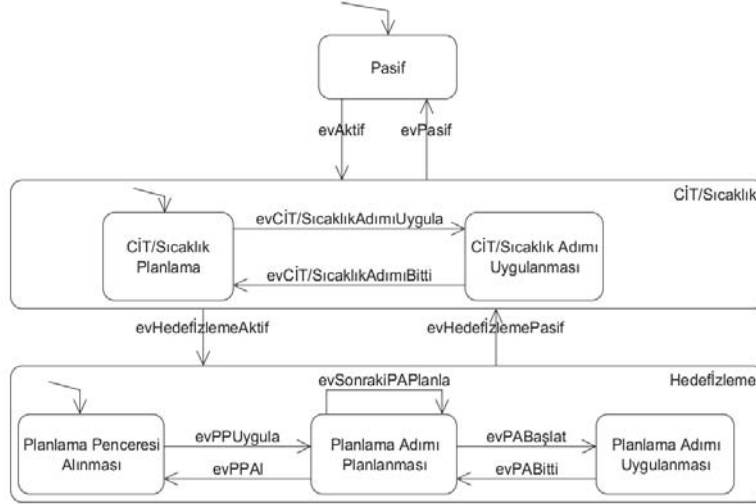
Şekil 5’te almancın Meşgul ve Müsait durumlarıyla hedef izleme işlemlerinin ilişkisi gösterilmiştir. Almaçta yürütülen işlevler almaç planlayıcı bileşeninde belirli durumlarla karşılanmaktadır. Almaç herhangi bir adım uygularken Meşgul durumunda olmakta ve hiçbir adım uygulamazken Müsait durumunda olmaktadır. Almaç, Meşgul durumuna aldığı tarama adımı, CİT sorgula veya sıcaklık sorgula komutuyla girmekte ve girdiği Meşgul durumundan sırasıyla DTK, CİT sonucu veya sıcaklık sonucu göndererek çıkmaktadır.



Şekil 5. Almaç İşlem Durumları

Almaç, planlama penceresinde atanmış bir işlev ile meşgulken AK YKB, almaca yeni bir işlev atayabilmek için almacı meşgul eden işlevin bitmesini beklemek durumundadır. Meşgul durumunun almaç planlayıcı tarafından takibi ise şu şekildedir: almaç planlayıcı gönderdiği tarama adımı, CİT sorgula veya sıcaklık sorgula komutuyla almancın Meşgul durumuna geçtiğini bilmektedir. Bu komutlar almaca gönderilirken senkron haberleşme kullanılmaktadır; almaç komutu alındığında geribildirim döndürerek komutun alındığını haber vermektedir. Almaç planlayıcı almancın Meşgul durumuna geçmesini sağlayan planlama adımı komutu gönderirken, başlatılan planlama adımının ne kadar süreceğini bilmektedir. Bu sürenin dolması ile almaç planlayıcı Meşgul durumundan Müsait durumuna geçer. Almaç planlayıcının Meşgul durumundan Müsait durumuna geçişi almaçtan gelen adım sonuçlarına bağlı olmaksızın zaman tetikli gerçekleştirilmektedir. Bir tarama adımının bittiğine dair almaçtan AK YKB’ye gönderilen mesajın işlenmesi DTK sayısına göre farklı süreler

alabilmektedir. Durum geçişlerinin zaman tetikli olarak yapılmasının en önemli nedeni almaç ile AK YKB durumlarının senkronizasyonunun bu iki birim arasındaki mesajların (olay tetikli yapıyı sağlayacak mesajlar) yaratabileceği haberleşme zaman kaybından etkilenmesini önlemek ve böylece iki birim arasındaki durum senkronizasyonunu daha doğru bir biçimde sağlamaktır. Ancak tarama adımında herhangi bir gecikme söz konusu olduğunda durum senkronizasyonunda bozulma olabilir. Bu durumda almaçtan alınan adım sonucu dikkate alınarak durum senkronizasyonu tekrar ele alınır. Eğer zamanı gelen bir planlama adımı atanacakken almaçtan bir önceki adımın sonucu alınmamış ise bu tarama adımı almaca atanmaz ve diğer tarama adımları ile rejime devam edilir. Şekil 6’da almaç planlayıcı bileşeninin UML durum diyagramı verilmiştir. Almaç planlayıcının UML durum diyagramı iki ana durumdan oluşmaktadır: sadece CİT ve sıcaklık sorgu adımlarının planlandığı ve uygulandığı ‘CİT/Sıcaklık’ durumu ve tarama rejimi ile birlikte CİT ve sıcaklık sorgu adımlarının planlandığı ve uygulandığı ‘Hedefizleme’ durumu. Almaç planlayıcı ‘Pasif’ durumundan ‘CİT/Sıcaklık’ durumuna sistemin ilk açılış işlemlerini başarıyla tamamlamasının ardından geçmektedir. Almaç planlayıcı bu durumdayken sistemde herhangi bir hedef izleme görevi bulunmamaktadır; periyodik olarak uygulanması gereken CİT ve sıcaklık sorgu adımlarının planlaması yapılmakta ve bu adımlar uygulanmaktadır. ‘CİT/Sıcaklık’ durumundan ‘Pasif’ durumuna sistemde herhangi bir planlama yapılmaması istendiği zaman geçilmektedir (örnek: Operatör kontrollü CİT).



Şekil 6. Almaç planlayıcı Durum Diyagramı

‘CİT/Sıcaklık’ durumundaki alt durumlardan ‘CİT/SıcaklıkPlanlama’ durumu CİT ve sıcaklık sorgu adımlarının periyodik olarak planlamalarının yapıldığı ve sonrasında sıradaki adımın uygulama zamanının beklendiği durumdur. ‘CİT/SıcaklıkAdımıUygulanması’ durumu ise sıradaki adımın uygulama zamanının gelmesiyle geçilen ve adımın uygulandığı durumdur. ‘CİT/Sıcaklık’ durumundan ‘Hedefizleme’ durumuna geçiş herhangi bir hedef izleme görevi alındığı zaman gerçekleşmektedir. Bu kapsayıcı durum içinde 3 alt durum bulundurmaktadır: ‘Planlama

Penceresi Alınması’, ‘Planlama Adımı Planlanması’ ve ‘Planlama Adımı Uygulanması’. ‘Planlama Penceresi Alınması’ durumunda dinamik olarak tarama rejimi oluşturulur ve tarama rejimi adımlarına CİT ve sıcaklık sorgu adımları eklenerek planlama penceresi oluşturulur. Bu durumda planlama penceresi oluşturulduktan sonra ‘Planlama Adımı Planlanması’ durumuna geçilir.

‘Planlama Adımı Planlanması’ durumu bir sonraki adımın başlama zamanının beklendiği durumdur. Eğer planlama penceresindeki son adım da uygulanmışsa bu durumdan ‘Planlama Penceresi Alınması’ durumuna geçilir ve tekrar planlama penceresi oluşturulur. Planlama Adımı Planlanması’ durumunda eğer bir adımın uygulanma süresi geçmiş ise bir sonraki adım planlanmak üzere ‘evSonrakiPAPlanla’ olayı yaratılarak sıradaki planlama adımına geçilir. ‘Planlama Adımı Planlanması’ durumundayken hedef izleme listesinde değişiklik (hedef ekleme/hedef çıkarma) mesajının YK YKB’den alınması durumunda bir sonraki adım uygulanmadan ‘Hedefizleme’ durumundan çıkılır. ‘Planlama Adımı Planlanması’ durumundan ‘Planlama Adımı Uygulanması’ durumuna geçiş sıradaki pencere adımının uygulama zamanının gelmesiyle olur. ‘Planlama Adımı Uygulanması’ durumuna girilirken almaca uygulanacak adımı başlatacak mesaj gönderilir ve adımın süresi sonunda bitmek üzere zaman kurur. Almaç planlayıcı ‘Planlama Adımı Uygulanması’ durumundayken almaç meşgul durumundadır. Adımın süresi bittiğinde, bir sonraki adımın başlama zamanı beklemek üzere, yaratılan olayla tekrar ‘Planlama Adımı Planlanması’ durumuna geçilir. ‘Planlama Adımı uygulanması’ durumunda hedef izleme listesi değişikliği mesajı alınması durumunda başlatılan pencere adımı kesilmez; adım bitip ‘Planlama Adımı Planlanması’ durumuna geçildikten sonra hedef izleme listesi değişikliği için ‘Hedefizleme’ durumundan çıkılır.

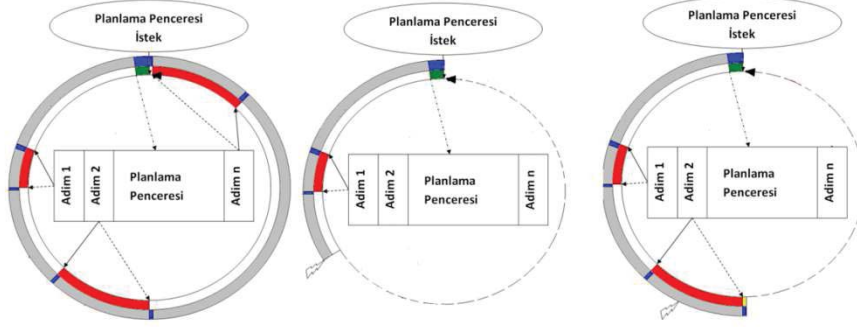
Daha önce de bahsedildiği gibi almaç planlayıcı işlevini yürüten görev olan tPlanlayıcı en yüksek önceliğe sahip görevdir. Tetiklendiği zaman işlemcideki diğer görevleri keserek işlemciyi kullanır. Bu sebepten dolayı almaç planlayıcı işlevlerini yürütürken işlemciyi en az kullanılacak şekilde tasarlanmalıdır. Önerilen mimaride bu kıstas almaç planlayıcıya fazladan işlev yüklenmeyerek, bekleme zamanlarında almaç planlayıcının işlemciyi bırakması garanti edilerek ve işlevleri gerçekleyen kodun verimli olması sağlanarak yerine getirilmiştir.

## 4.2 Almaç Planlayıcı Görev (tPlanlayıcı) Tasarımı

Almaç planlayıcı (tPlanlayıcı) görevinin işlemcide yürütülmesi için tetiklenmesi olay tetikli ve zaman tetikli olmak üzere iki şekilde gerçekleşir. Almaç planlayıcı görevinin AK YKB denetimi ile ilgili durum değişikliklerini ele alması tDenetleyici görevinden gelen mesajların işlenmesi ile olay tetikli olarak gerçekleştirilir. Planlama penceresi alınması ve planlama penceresi adımlarının uygulanması işlevleri ise zaman tetikli bir altyapı kullanarak gerçekleştirir. Zaman tetikli bir altyapının kullanılması almaç planlayıcı görevinin doğru bir biçimde çalışabilmesi için anahtar konumdur. Şekil 7’de (soldaki şekil) almaç planlayıcı görevinin planlama penceresi oluşturulması ve uygulanması bağlamında çalışma döngüsünü göstermektedir. Şekildeki içteki halka görevin durumunu ifade ederken dıştaki halka işlemcide yürütülmesini ifade etmektedir. Dıştaki halkada gösterilen mavi renkli dilimler işlemcinin görev tarafından kullanıldığı, gri renkli dilimler ise kullanılmadığı sürelerdir. İçteki halkada



dilim ‘Planlama Adımı Planlanması’ durumunu, kırmızı renkli dilim ise bir ‘Planlama Adımı Uygulanması’ durumunu göstermektedir.



Şekil 7. Almacık Kontrol YKB Hedef İzleme Durum İşlev Görünümü

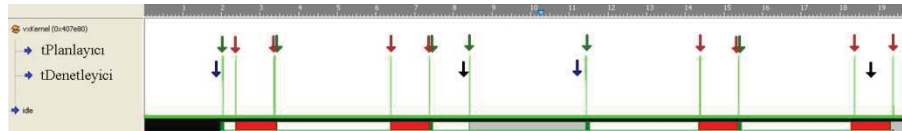
Almacık planlayıcı görevi döngüsüne planlama penceresi oluşturarak başlar. Almacık planlayıcı görevi sıradaki planlama adımının başlangıç zamanına kadar zamanlayıcı kurar. Zamanlayıcının belirtilen adım başlangıç zamanında dolması ile almacık planlayıcı görevi tetiklenir ve işlemcide yürütülmeye başlanır. Planlama adımı başlangıç zamanında tetiklenerek yürütülmeye başlanan almacık planlayıcı görevi, ilgili adımın almacıkta uygulanması için almacık ilgili adımın komutunu gönderir. Bu işlemi takip eden planlama adımının bitiş zamanı için tekrar zamanlayıcı kurar ve planlama adımının bitiş zamanının dolmasını bekler. Bitiş zamanının dolması ile tetiklenerek yürütülmeye başlanan almacık planlayıcı bu durumda almacık herhangi bir komut göndermez ve sıradaki adımın başlangıç zamanı için zamanlayıcıda yeni bir zaman kurarak beklemeye başlar. Eğer uygulanacak başka bir adım kalmamış ise yeni bir planlama penceresi oluşturmak için döngüsüne yeniden başlar ve planlama penceresi alınması durumuna geçer. Bu sayede almacık planlayıcı görevinin hedef izleme döngüsünün devamı sağlanmış olur.

Almacık planlayıcı görevinin hedef izleme döngüsü, planlama penceresindeki tüm adımlar uygulanmadan kırılabilir. Bu kırılmanın sebebi izlenecek hedeflerin yer aldığı hedef izleme listesinde tDenetleyici görevi tarafından yapılacak bir değişikliktir. Bu değişiklik hedef izleme listesinde hedef ekleme ve hedef çıkarmayı kapsamaktadır. Hedef izleme listesi değişikliği durumunda, bir sistem gereği olarak, almacık planlayıcı başlatılan bir adım varsa adımın bitmesini beklemeli, adımın bitiminden sonra planlama penceresindeki diğer adımları uygulamadan yeni hedef listesiyle yeni bir planlama penceresi oluşturmalıdır. Eğer başlatılan bir adım yoksa almacık planlayıcı, planlama penceresindeki zamanı gelmemiş adımları uygulamadan yeni hedef listesiyle yeni bir planlama penceresi oluşturmalıdır. Almacık planlayıcı, denetleyici görevi tarafından hedef izleme listesi değişikliği ile tetiklendiğinde eğer almacık müsait durumda ise Planlama Adımı Planlanması durumundan çıkarak yeni hedef listesi ile Planlama Penceresi Alınması durumuna geçmektedir. Öte taraftan eğer almacık meşgul durumda ise almacık müsait durumuna geçmesi beklenerek yeni

hedef listesi ile Planlama Penceresi Alınması durumuna geçmektedir. Bu örnekte anlatımı kolaylaştırmak amacı ile 'CİT/Sıcaklık' durumuna geçişten sonra herhangi bir işlem yapılmadan tekrar 'Hedefizleme' durumuna geçildiği varsayılmıştır. Şekil 7'da (ortadaki şekil) almaç müsait durumundayken alınan bir hedef izleme listesi değişikliği mesajı karşısında almaç planlayıcının davranışı gösterilmiştir. Şekil 7 sağdaki şekil ise almaç meşgul durumundayken alınan bir hedef izleme listesi değişikliği mesajı karşısında almaç planlayıcının davranışı gösterilmiştir. Almaç planlayıcının döngüyü kırmak için başlatılmış adımın bitmesini beklediği görülmektedir.

## 5 Değerlendirme

Almaç planlayıcı bileşeni pencere adımlarını zamanında uygulama, herhangi bir pencere adımının uygulanması bitmeden başka bir adım uygulanmaması ve yeni planlama penceresi için istek yapılmaması gibi gereklerini tasarımında barındırdığı öğelerle yerine getirir. Bu öğelerden biri almaç planlayıcının durum tasarımıdır. Almaç planlayıcının bahsedilen gereklerinin yerine getirildiği Şekil 8'deki analizle gösterilmiştir. Workbench programının System Viewer aracıyla, AK YKB hedef izleme işlevini yürütürken işlemciyi kullanan görevler analiz edilmiştir. Bu analizde yayın için oluşturulan tarama adımı süresi 100 milisaniye ve yayının ATP'si 4 saniyedir. Şekil 8'de görevlerin bağlam değişikliği grafiği ve tPlanlayıcı görevinin bulunduğu durumlar görülmektedir. Almaçtan tarama adımları sonucunda alınan DTKlar ile çalıştırılan izleyici ve ayrıştırıcı algoritmaları tZleyiciAlgoritması ve tAyrıştırıcıAlgoritması görevleri bağlamlarında çalıştırılmaktadır. Bu görevlerin işlem süreleri planlama pencerelerine göre çok kısa olduğundan Şekil 8'de gösterilmemişlerdir.



Şekil 8. Almaç planlayıcı Görevi Zaman ve Durum Analizi

Analiz amacıyla önce bir hedef yayın için hedef izleme işlevi başlatılmış, daha sonra başlatılan hedef izleme, hedef izleme dur mesajı hedef izleme adımının uygulama zamanı dışında alınacak şekilde durdurulmuştur. Sonra aynı hedef yayın için hedef izleme işlevi tekrar başlatılmış ve bu kez başlatılan hedef izleme, hedef izleme dur mesajı hedef izleme adımının uygulama zamanına denk gelecek şekilde durdurulmuştur. Uygulanan senaryoda tDenetleyici bağlamında iki işlem yürütülmektedir: hedef izlemenin başlatılması ve durdurulması işlemleri. Şekil 8'de tDenetleyici görevinin işlemcide görev yürütmesi, hedef izleme başlama işlemi için mavi ok, hedef izleme dur işlemi için siyah okla gösterilmiştir. tPlanlayıcı görevinin işlemcide görev yürütmesi ise, pencere adımı başlatma ve durdurma işlemleri için kırmızı ok, planlama işlemleri için yeşil okla gösterilmiştir.

Şekil 8’de görülen ilk mavi ok tDenetleyici görevinin aldığı hedef izleme başla konutunu işlemini işaret eder. Daha sonra tPlanlayıcı görevinin planlama penceresi planladığı yeşil ok ile görülmektedir. Buna denk gelen almaç planlayıcı durumu ise alt tarafta yine yeşil olarak görülmektedir. Planlama adımının uygulamasının tPlanlayıcı tarafından başlatılmasını ve arkasından durdurulmasını gösteren iki kırmızı ok art arda görülmektedir. İki kırmızı ok arası almaç planlayıcı durumu da kırmızı olarak görülmektedir. Planlama penceresi bir adımdan oluştuğu için o adımın uygulanmasının hemen ardından tekrar planlama penceresi planlama işlemi yürütüldüğü görülmektedir. Daha sonra planlanan diğer adımın uygulandığı ve ardından tekrar planlama penceresi oluşturulması işleminin yürütüldüğü görülmektedir. Planlanan son adımın uygulanması başlamadan hedef izleme dur mesajının alındığı siyah oka rastlanmaktadır. tPlanlayıcı herhangi bir adım başlatmadığı için hedef izleme dur komutunu hemen uygulamakta ve planlamayı durdurmaktadır. Daha sonra tekrar hedef izleme başlatılmış, bir pencere adımı uygulanmış ve ardından planlama penceresi planlanmıştır. En son planlanan planlama penceresi bünyesindeki planlama adımının uygulanması sırasında hedef izleme dur mesajı alınmıştır. Fakat sistemde hedef izleme adımı başlatıldığı için tPlanlayıcı görevi planlamayı hemen iptal etmemekte, adımın bitmesini beklemektedir. Bu da almaç planlayıcının sistem gereklerini yerine getirdiğini göstermektedir. Almaç planlayıcı ile almaç arasındaki durum senkronizasyonun sağlanabilmesinin önkoşulu AK YKB’nin çalıştığı işlemcinin saatinin ve almaç saatinin senkron olmasıdır. Bu iki birimin saatleri arasındaki kayma almaç planlayıcının almaç durumlarını takibinde tutarsızlığa sebep olacaktır. Bu makalede bu iki birim arasındaki zaman senkronizasyonunun gerekli ölçüde garanti edildiği kabul edilmiştir.

## 6 Sonuç

AK YKB hedef izleme işlevinin almaç planlama ve almaç durum takibi işlemlerini almaç planlayıcı bileşenini kullanarak yerine getirmektedir. Almaç planlayıcının hedef takip ve hedef arama adımlarını uygulaması planlama adımlarında belirtilen işlevleri almaca atmasını ve almacin durumunu takip etmesini kapsar.

Almaç planlayıcının işleyişi ve durumlarının tasarımı hedef izleme işlevinin başarısı için önemlidir. Almaç planlayıcının durum tasarımı, tarama rejiminde planlanan hedef takip ve hedef arama adımları yanı sıra periyodik olarak uygulanması gereken adımların planlanması ve uygulanmasına olanak verecek bir biçimde yapılmıştır. Durum yapısı tasarlanırken işlevleri eksiksiz bir biçimde sağlayabilecek aynı zamanda durum yapısının minimum durum sayısına ve karmaşıklığa sahip olmasını sağlayacak bir soyutlama seviyesi seçilmiştir. Almaç planlayıcı bileşeni bu işlevleri doğru zamanlarda ve işlemciyi en az biçimde kullanarak gerçekleştirmelidir.

Almaç planlayıcının tasarımındaki vurgulanması gereken noktalardan biri pencere adımlarını uygularken bağlamında yürütüldüğü almaç planlayıcı görevini zaman tetikli bir altyapı kullanmasıdır. Zaman tetikli bir altyapı kullanmanın en büyük avantajı almaç planlayıcı görevinin işlemcide çalışan diğer görevlerden bağımsız bir biçimde çalışmasını sağlamasıdır. Bu avantaj planlama adımlarının zamanında uygulanmasını ve almaç durumunun doğru bir biçimde takip edilmesini mümkün kılar. Diğer taraftan, almaç durumlarının almaç planlayıcı görevinin zaman tetikli

altyapısını kullanarak takip etmek almanca gerçekleŖecek gecikme durumlarını ele almayı gerektirmektedir. Mevcut tasarımı almanca kaynaklı gecikme durumları almanca ile haberleŖme kullanılarak ele alınmaktadır.

Önerilen mimari elektronik taarruz kapsamında hedef izleme iŖlevini yerine getirmek amacıyla almanca planlayıcı kapsamında bahsedilen adımların uygulanmasında kullanılmıŖtır. Makalede anlatılan mimari kararlar benzer kısıtlara sahip diğer almanca planlanmasında tekrar kullanılabilir özelliğe sahiptir. Bu bağlamda almanca planlayıcı bileŖenin tarama rejimi alma ve planlama penceresi oluŖturma kısımları genel kullanılabilir bir hale getirilerek tekrar kullanılabilirlik artırılabilir.

## 7 Kaynakça

1. Neri, F.: Introduction to Electronic Defense Systems, 2nd ed., MA, USA:Artech House, 2006
2. Turan, Ç., Kahraman, G., Uzunođlu, C.: RFKS Yazılım Mimarisi ve Arka Plan Yönetimi, TTD Konferansı, 2012
3. Boettcher, C. B., Poster, R.: Object-Oriented Design Of Radar Warning Receiver Application Software, 1991
4. Vaughan, I., Clarkson, L., Pollington, A.D.: Performance Limits of Sensor-Scheduling Strategies in Electronic Support, IEEE Transactions On Aerospace And Electronic Systems, vol. 43, no. 2 April 2007
5. Dursun, M.: Gömülü Yazılımlar için Model-Tabanlı Bir BileŖen Referans Modeli, UYMK, 2010
6. Lui, J. W.S.: Real-Time Systems,Prentice Hall,2000
7. The SEI AADL Team: An Extensible Open Source AADL Tool Environment (OSATE), Software Engineering Institute, June 2006
8. Kopetz, H.: Real Time Systems, Springer, 2nd ed. 2011
9. Jung, P.: Time Division Multiple Access (TDMA), Encyclopedia of Telecommunications 2003
10. Rhee,I.,Warrier, A., Min, J., Xu, L.: DRAND:Distributed Randomized TDMA Scheduling for Wireless Ad Hoc Networks, IEEE Transactions on Mobile Computing, vol. 8, no. 10, 2009
11. Object Management Group: Unified Modeling Language, Superstructure, v2.2, 2007-11-02 <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?formal/09-02-02>
12. Object Management Group: Unified Modeling Language, Infrastructure, v2.2, 2007-11-04 <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?formal/09-02-04>
13. Xun, Y., Kokar, M. M., Baclawski, K.: Control Based Sensor Management for a Detection Scenario. Tech. rep., DARPA Autonomous Negotiation Teams Project Repor, 2000