

# Kablosuz Algılayıcı Ağlar Kullanılarak Belirlenen Bir Bölgenin Çevre Güvenliğinin Sağlanması

## Providing Environmental Security Using Wireless Sensor Networks

Gençay EKER, Güray YILMAZ  
Hava Harp Okulu, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Yeşilköy/ İSTANBUL,  
e-posta: gencay\_eker@hotmail.com, gyilmaz@hho.edu.tr

### Özetçe

Kablosuz ağ teknolojilerinde son yıllarda görülen gelişmeler, birçok alanda olduğu gibi çevre güvenliğinde de bu teknolojinin kullanılabilmesine olanak sağlamıştır. Bu maksatla tesis edilen çeşitli kablosuz algılayıcı ağlar; uygulamalarda tek tip algılayıcı kullanmanın tüm yasal olmayan girişleri tespit etmediğini, tek tip algılayıcılar tarafından yapılan tespitlerin çoğunlukla hayvan olması sebebiyle güvenilirlik ihtiyacını karşılamadığını ve bu yüzden insan müdahalesi ihtiyacının yüksek seviyede olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla bu tür sistemlerde tek katmanlı (tek tip algılayıcı) mimari yerine birden fazla tip algılayıcının kullanıldığı çok katmanlı bir mimari düşünülmelidir. Bu çalışmada, kablosuz algılayıcı ağlar kullanılarak, sınırları belli bir bölgenin çevre güvenliğinin sağlanması konusu incelenmiştir. Bu amaçla; yeraltı algılayıcılar, yerüstü algılayıcılar, multimedya algılayıcılar ve insansız hava araçlarından oluşan çok katmanlı bir mimari öngörülmüştür. Çalışmada öngörülen mimari yapısı ve mimarideki en önemli husus olan katmanlar arası iletişim ve haberleşme akışı ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Sonuç bölümünde, öngörülen mimarinin çevre güvenliği açısından faydaları ve eksiklikleri çıkarılmış, gelecekte yapılması gereken öngörülen çalışmalar belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Yer altı Kablosuz Algılayıcı Ağlar (YAKAA), Yerüstü Kablosuz Algılayıcı Ağlar (YÜKAA), Multimedya Kablosuz Algılayıcı Ağlar (MKAA).

### Abstract

In recent years developments in wireless networking technologies cause, the use of this technology in region security as well as in many areas. Several builded wireless sensor networks for this purpose shows that, in the applications using only one type of sensor is not able to detect all of the intruders. And also, because of most of the alerts that detected by single type of sensor are animals, is not enough for the system reliability. So they need human involvement. Because of these reasons, in the applications, multi-tier architecture which has more than one type of sensor should be placed instead of single-tier architecture. In this paper, providing security of an area that has specific borders is scrutinized. It is prescribed for this purpose that, the architecture needs underground sensors, aboveground sensors, multimedia sensors and an unmanned aerial vehicles (UAV). The structure of the architecture and the most important issue- the communication and data flow between the tiers, are explained specifically. In conclusion, the advantages and disadvantages of the prescribed architecture and the future work areas are determined.

**Keywords:** Underground Wireless Sensor Networks (UWSN,) Wireless Sensor Networks (WSN), Multimedia Wireless Sensor Networks (MWSN).

## 1.Giriş

Kablosuz ağ teknolojilerinde son yıllarda görülen gelişmeler, bu teknolojilerin birçok farklı alanda kullanılabilmesine olanak sağlamıştır. Teknolojik gelişimler sadece kablosuz ağlarda olmamasına rağmen, kablosuz ağların tercih edilmelerinin en önemli sebepleri; insan müdahalesine hiç veya kısmen ihtiyaç duyması ve tasarlanan sistemde kullanılacak algılayıcıların maliyetlerinin diğer teknolojilerden daha ucuz olmasıdır. Hem insan gücü hem de maliyet günümüzde gerçekleştirilen projelerde en önemli kısıtlamalardır.

Kablosuz Algılayıcı Ağlar (KAA); I) komuta, kontrol, iletişim, istihbarat, gözetleme, keşif ve hedefleme maksatlarıyla askeri uygulamalarda, II) hayvan hareketlerini izleme, bitkileri etkileyen çevre koşullarının izlenmesi, hayvancılık, sulama, büyük ölçekli toprak izleme, gezegen keşfi, kimyasal/biyolojik algılama; hassas tarım, orman yangını algılama; meteorolojik veya jeofizik araştırma, sel algılama, trafik izleme maksatlarıyla çevresel uygulamalarda, III) hasta izleme, hastanelerde ilaç yönetimi, bakteri hareketleri ve iç süreçlerinin izlenmesi, insan fizyolojik verilerini uzaktan gözetleme ve izleme maksatlarıyla sağlık uygulamalarında, IV) elektrikli süpürge, mikrodalga fırın, buzdolabı ve DVD oynatıcılar ve su izleme sistemlerinde ev uygulamalarında, V) malzeme yorgunluğunun izlenmesi, ürün kalitesini gözlemlemek, akıllı ofis alanları inşa etme, envanter yönetimi, otomatik üretim ortamlarında robot kontrolü, oyuncaklar; taşımacılık, araç takip ve tespit maksatlarıyla endüstriyel uygulamalarda, VI) otomatik sayaç okuma, ısıtma, havalandırma ve klima uygulamaları, aydınlatma ve cihaz kontrolü, atık su, petrol ve gaz, kamu hizmetleri ve demiryolları, rüzgar tünelleri gibi diğer ticari uygulamalarda kullanılmaktadır [2,11].

Yukarıda bahsedilen uygulamalarda genel olarak tek katmanlı kablosuz algılayıcılar kullanılmaktadır. Ancak hassas tarım gibi özel bazı uygulamalarda çok katmanlı kablosuz algılayıcıların kullanıldığı da görülmektedir. Hassas tarımda hem toprak kalitesini izlemek maksadıyla yeraltı kablosuz algılayıcılar, hem de yetiştirilen bitkinin yaprak rengi, büyüklük gibi kistaslarının izlenebilmesi maksadıyla da multimedya kablosuz algılayıcılar (kamera) kullanılmaktadır. Gelişen teknolojiler sayesinde, yapılan projelerde maksimum faydayı sağlamak

maksadıyla günümüzde daha çok veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yüzden tasarlanacak sistemlerde çok katmanlı, yani birden fazla tip, kablosuz algılayıcıların kullanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Günümüzde belirli bir bölgenin çevre güvenliğinin sağlanması maksadıyla tesis edilmiş çeşitli KAA mevcuttur. Ancak, uygulamalarda kullanılan tek tip algılayıcıların yasal olmayan tüm sızmaları tespit edemediği ve bu tek tip algılayıcılar tarafından yapılan tespitlerin çoğunlukla da hayvanlar olduğu, bundan dolayı güvenlik sisteminin istekleri tam manasıyla karşılamadığı ve bu yüzden insan müdahalesi ihtiyacının yüksek seviyede olduğu görülmüştür. Dolayısıyla bu tür sistemlerde tek katmanlı (tek tip algılayıcı) mimari yerine birden fazla tip algılayıcının kullanıldığı çok katmanlı bir mimari düşünülmelidir. Bu çalışmada, KAA kullanılarak, sınırları belli bir bölgenin çevre güvenliğinin sağlanması konusu incelenmiştir. Bu amaçla; yeraltı algılayıcılar, yerüstü algılayıcılar, multimedya algılayıcılar ve insansız hava araçlarından (İHA) oluşan çok katmanlı bir mimari öngörülmüştür.

## 2. Kablosuz Algılayıcılarla Sağlanan Çevre Güvenliğinde Karşılaşılan Zorluklar

Bu bölümde kablosuz algılayıcı ağların kullanım alanlarından biri olan çevre güvenliği uygulamaları incelenmiş, karşılaşılan zorluklar ve ihtiyaç alanları belirlenmiştir.

Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisine göre insanların fizyolojik ihtiyaçlarından (yeme, içme, vb.) sonra ilk sırada güvenlik ihtiyacı gelmektedir. Dolayısıyla yeni geliştirilen bir çok teknolojinin öncelikle güvenlik uygulamalarında kullanıldıkları görülmektedir. KAA'da da ev güvenliği, bina güvenliği, sınır güvenliği gibi uygulamalarda görebilmekteyiz. Bu çalışmada belirlenen bir bölgede (arazide) bulunan bir binanın veya sitenin güvenliğinin sağlanması uygulaması ele alınmıştır.

Geleneksel bir binanın çevre güvenliğinin alınması; korunması istenen çevredeki kritik noktalara güvenlik görevlileri veya devriyeler yerleştirilmesi suretiyle sağlanmakta, izinsiz bir giriş tespit edildiğinde ise güvenlik görevlileri tarafından o

bölgeye müdahale edilmektedir. Ancak, bu uygulamada özellikle yasa dışı girişlerin tespiti tamamen insan müdahalesine ihtiyaç duymakta ve insansı hatalar sebebiyle büyük güvenlik açıkları oluşabilmektedir. Bundan kaçınabilmek amacıyla sızma tespiti aşamasında kablosuz algılayıcılar kullanılmaktadır.

Çevre koruma, saldırı veya yasal olmayan giriş tespiti için ilk savunma hattıdır. Bu bütün güvenlik sistemleri için en önemli faktördür. Bazı uygulamalarda, yasal olmayan girişin daha savunma hattına gelmeden tespiti amacıyla, ağır araçları 400 metre mesafeden, insan yürüyüşünü 50 metre mesafeden algılayan yeraltı algılayıcılar kullanılmıştır. Bu algılayıcılar yerdeki titreşimi izlemekte ve yasal olmayan bir giriş tespit ettiğinde gerekli veri akışını başlatmaktadır. Diğer bir uygulama yönteminde ise belirlenen bölge çitlerle çevrelenmiş ve bütün çitlere temasa duyarlı algılayıcılar yerleştirilerek, izinsiz girişlerin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Bu sistemlerin dışında genel olarak uygulanan multimedya algılayıcılar (çeşitli kamera sistemleri) kullanılarak belirlenen bölge izlenmek suretiyle girişler kontrol altında tutulmaktadır [1].

Yukarıda bahsedilen tüm uygulamalarda bazı eksiklikler görülmüştür. Yeraltı algılayıcılar ve çitlere yerleştirilen temasa duyarlı algılayıcılarda yaşanan en büyük problem, algılayıcılar tarafından yapılan tespitlerin çoğunun çevredeki hayvanlardan kaynaklı olmasıdır. Bu da güvenlik görevlilerinin her tespitte alarm durumuna geçmesi ve durumun ciddiyetine göre tespitün yapıldığı yere gitmelerine ve zamanla sisteme olan güvenin sarsılmasına sebep olmaktadır. Multimedya algılayıcılarda yaşanabilecek en büyük problem ise, ağaçlık, büyük kayalık, vb. gibi engellerin olduğu bir bölgede tüm kontrolü sağlayamamasıdır. Yapılan bu uygulamalar gösteriyor ki, gerçek zamanlı ve doğruluk oranı yüksek bir sistemde tek tür algılayıcılar kullanmak yetersiz kalmaktadır.

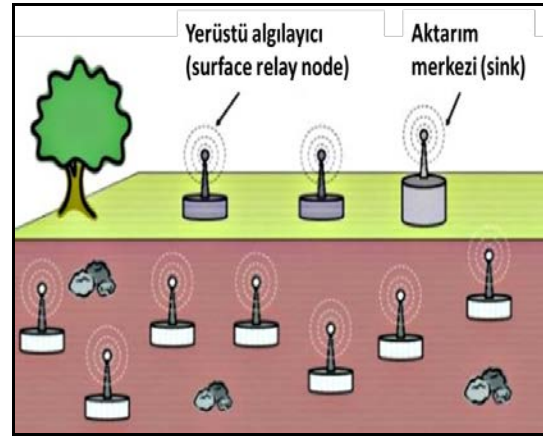
### 3. Öngörülen Çok Katmanlı Güvenlik Sistemi

Bu bölümde çok katmanlı (birden fazla tür algılayıcı kullanılan) bir sistem ele alınmış ve algılayıcılar arası iletişimin nasıl yapılabileceği tartışılmıştır. Öngörülen sistemde güvenliği sağlanacak sitenin (arazi) için koruma alanı olarak 1 kilometre yarıçaplı

bir bölge belirlenmiştir. Bölüm 3.1 'de öngörülen sistemin mimarisi anlatılmıştır.

#### 3.1 Çok Katmanlı Sistem Mimarisi

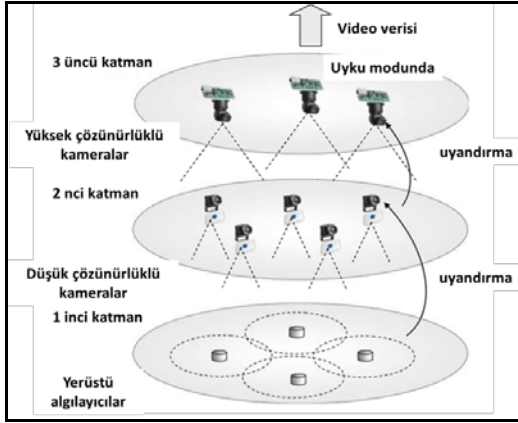
Gerçek zamanlı ve doğruluk oranı yüksek bir sistemde tek tür algılayıcılar kullanmak yetersiz kalacağından, tasarlanacak sistemlerde çok katmanlı sistem mimarisi kullanılmalıdır.



Şekil-1: Yeraltı algılayıcı standart topolojisi

Şekil-1'de gösterilen yeraltı standart topolojisinde aktarım düğümü (relay node) olarak yerüstü algılayıcılar kullanılmaktadır [2]. Bu yapı iki katmanlı bir mimari olarak düşünülebilir.

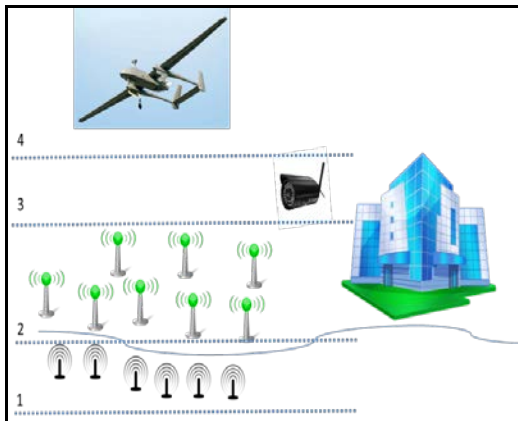
Şekil-2'de görülen üç katmanlı multimedya kablosuz algılayıcı ağlar mimarisi ağlar katmanlı bir mimarisinde, 1 inci katmanda titreşime duyarlı yerüstü algılayıcılar, 2 nci katmanda düşük çözünürlüklü kablosuz kameralar ve son olarak 3 üncü katmanda yüksek çözünürlüklü kablosuz kameralar kullanılmıştır[10]. Söz konusu sistemde çok katmanlı sistem mimarisine örnek teşkil etmektedir.



**Şekil-2:** Çok katmanlı multimedya kablosuz algılayıcı ağlar mimarisi.

Temel olarak bu iki örnekte sunulan mimarilerin birleşimi olarak tasarlanan, çok katmanlı çevre güvenliği sistem mimarisi Şekil-3'de sunulmuştur. Bu çalışmada 4 katmanlı bir sistem mimarisi öngörülmüştür.

Birinci katmanda yeraltı kablosuz algılayıcılar kullanılmıştır. Söz konusu algılayıcılar titreşime duyarlı olup ağır araçları 400 metre mesafeden, insan yürüyüşünü de 50 metre mesafeden yapabilmektedir [1,12]. Ayrıca, izinsiz girişlerin lokasyonunu tespit edebilmek amacıyla, üzerlerinde küresel konumlandırma sistemi (GPS) modülü taşımaktadırlar.



**Şekil-3:** Çok katmanlı çevre güvenliği mimarisi.

Bu algılayıcılar güvenliği sağlanacak 1 kilometre yarıçapındaki dairesel alanın dış hattından (savunma hattı) 100 metre mesafeye kadar dağıtılmışlardır.

İkinci katmanda yerüstü kablosuz algılayıcılar kullanılmıştır. Söz konusu algılayıcılar pasif kızılötesi algılayıcılar (passive infrared sensor- PIR) olup, harekete duyarlıdır. Bu algılayıcılar bir insanın veya bir alevin ısısını algılayabilirler. İnsanlar veya sıcakkanlı hayvanlar bu tip algılayıcılar tarafından algılanabilen kızılötesi ışık üretirler [3].

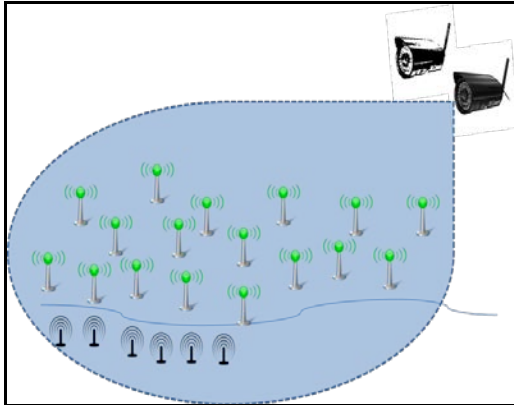
Üçüncü katmanda multimedya kablosuz algılayıcılar kullanılmıştır. Söz konusu algılayıcılarda, insan vücudu takibi (torso tracking) ve modelleme algoritması işletilmektedir. Bu algoritmada, gövde, baş ve eller gibi temel insan vücut parçaları takip edilmektedir. İnsanın gövde konumuna ve büyüklüklerine göre vücut parçalarını tespit etme mantığına dayanmaktadır [7,8]. Ayrıca multimedya algılayıcıda gece kullanımı maksadıyla termal görüş imkanı bulunmaktadır. Saldırlara karşı ilk hedeflerden biri olduğundan 1 kilometre yarıçaplı koruma alanının merkezine yerleştirilmiştir.

Dördüncü katmanda ise, insansız hava aracı bulunmaktadır. Maliyeti yüksek olduğundan güvenliği sağlanacak olan binada bulundurulmaktadır. Bölüm 3.2'de öngörülen sistemdeki algılayıcıların haberleşme yapısı anlatılmıştır.

### 3.2 Haberleşme Yapısı

Çevre koruma, saldırı veya izinsiz giriş tespiti için ilk savunma hattıdır. Bu savunma hattı, öngörülen sistem için binadan (siteden) 1 kilometre uzakta başlatılmaktadır. Yasal olmayan giriş öncelikli olarak yeraltı algılayıcılar tarafından tespit edilecek, daha sonra haberleşme yine tespit eden yeraltı algılayıcı tarafından başlatılacaktır. Ancak, tespit eden algılayıcının haberleşmeyi doğru bir yapı içerisinde başlatması gerekmektedir. Bunun için Şekil-4'de görülen yeraltı, yerüstü ve multimedya algılayıcılardan oluşturulan küme (cluster) yapısı düşünülmüştür [9]. Küme yapısının seçilme nedeni, iletişim giderlerini ve enerji tüketimini azaltmak, algılayıcılar arasında oluşabilecek karışıklığı azaltmak engellemektir.

Kümeleme algoritması olarak, en fazla enerjisi kalan ve belirlenen alanı maksimum seviyede kapsayan algılayıcının küme lideri olarak seçilmesi prensibine dayanan: Kapsama alanı koruma kümeleme protokolü (Coverage-Preserving Clustering Protocol - CPCP) algoritması düşünülmüştür [2]. Ancak, tasarlanan sistemde kullanılan algılayıcılar göz önüne alındığında, hem kapsama alanı, hem de yaşama ömrünün uzunluğu bakımından en kuvvetli algılayıcılar multimedya algılayıcılarıdır. Dolayısıyla herhangi bir küme lideri seçim algoritmasının işletilmesi, gereksiz bir enerji kaybına sebep olacaktır. Bu yüzden sistem tasarlandığında sabit küme liderleri öngörülmüştür ve sistemdeki tüm algılayıcılar kendi küme liderlerini bilmektedir. Oluşturulan ağdaki tüm algılayıcılarda, bilginin ulaştırılması gereken düğüm noktaları sırasıyla bilinmektedir. Şekil-4'deki çizim ele alınacak olursa; söz konusu küme içindeki koyu olan multimedya algılayıcının kimlik numarası (ID) 1, diğer multimedya algılayıcının kimlik numarası 2 ve son olarak da bilgilerin toplandığı bina içerisindeki cihazın (sink) kimlik numarası 99 olsun. Şekil-4'de görülen tüm yeraltı ve yerüstü algılayıcılarda sırasıyla 1, 2 ve 99 bilgisi bulunacaktır. Yani veriyi alan herhangi bir yeraltı veya yerüstü algılayıcı öncelikle veriyi 1 numaralı multimedya algılayıcıya, eğer o cihaz aktif değilse 2 numaralı multimedya algılayıcıya, o cihaz da aktif değilse 99 numaralı cihaza ulaştırmayı amaçlayacaktır. Multimedya algılayıcılarda tutulacak bilgi ise sadece 99 bilgisi olacaktır.



**Şekil-4:** Yeraltı, yerüstü ve multimedya algılayıcılardan oluşturulan küme (cluster) yapısı.

1 kilometre yarıçapındaki koruma alanının tamamında yeraltı kablosuz algılayıcı kullanmak gereksiz yere maliyeti arttırmaya sebep olacaktır. Şöyle ki; yasal olmayan giriş bir yaya tarafından yapılsın, kullanılan yeraltı algılayıcı bu izinsiz girişi koruma alanının sınırına 50 metre kala algılayacaktır.

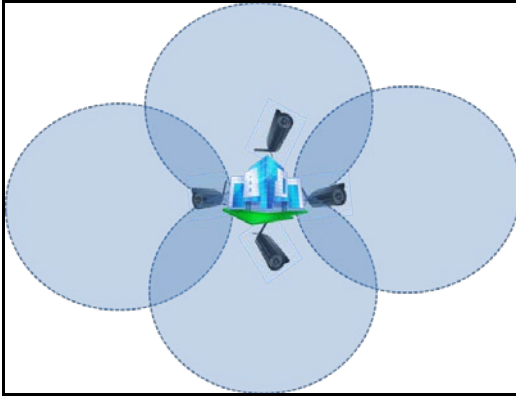
Herhangi bir arıza durumunda (batarya ömrünün bitmesi, toprak altında yıpranma, vb.) sızma diğer yeraltı algılayıcılar tarafından tespit edilecektir. Koruma alanı sınırındaki tüm yeraltı algılayıcıların arızalandığı varsayıldığında bu tespit zaten yerüstü algılayıcılar tarafından da yapılacaktır. Yani koruma alanına yapılan izinsiz bir giriş hem yeraltı hem yerüstü algılayıcılar tarafından algılanacaktır. Yeraltı algılayıcıların parasal olarak maliyeti ve ayrıca yerleştirme için gerekli insan gücü ve zaman maliyeti düşünüldüğünde tüm koruma alanına yeraltı algılayıcı yerleştirmek maliyet-etkin bir çözüm olmayacaktır. Dolayısıyla dairesel koruma alanının savunma hattı başlangıcından itibaren ilk 10-20 metresinde yeraltı kablosuz algılayıcı kullanılması yeterli olacaktır.

İzinsiz giriş, bir yeraltı algılayıcı tarafından tespit edildiğinde, yerüstü haberleşme yeraltı haberleşmeden daha hızlı olacağından, bu algılayıcı kendi iletişim kapsama alanındaki ilk yerüstü algılayıcıya yaptığı tespiti ve bu bilginin gideceği cihazların kimlik numaralarını bildirir. İletim yapılacak algılayıcının seçimi, tespiti yapan algılayıcının enerji durumuna göre merkeze en yakın düğüm noktası veya kendisine en yakın düğüm noktası olabilir. Tespiti yapan algılayıcının kapsama alanında yerüstü bir algılayıcı olmaması durumunda merkeze en yakın olan yeraltı algılayıcısına (komşusuna) veriyi aktarır. Yerüstü algılayıcıya iletim, yukarıda ilk tespiti yapan algılayıcı için anlatıldığı şekilde bu düğüm tarafından yapılır. Tespitin iletimi küme liderine (cluster head) kadar devam eder. Bilgiyi alan küme lideri – multimedya algılayıcı, kendisine izinsiz girişle ilgili birden fazla mesaj geleceğinden (tespit birden çok algılayıcı tarafından yapılacağından her biri yeni iletim başlatacaktır), gelen bilginin güvenilirliği açısından, sistem için daha önceden belirlenen eşik (threshold) mesaj sayısına ulaşıldığında, tüm küme algılayıcılarına bir yayın (broadcast) mesajı yollayarak tespit mesajlaşmasını sonlandırır. Yani aynı girişle ilgili yeteri kadar mesaj aldığını tüm



küme üyelerine iletir. Eşik değeri altında mesaj alması durumunda bu bilginin doğruluğuna inanmayacaktır. Multimedya algılayıcı yeraltı algılayıcılar tarafından yeri kesin olarak bildirilen izinsiz girişi görüntüleyerek binadaki cihaza aktarımı başlatır. Söz konusu çalışmada gerçek zamanlı (real-time), kayıpsız (loss intolerant) veri yığınınna (stream) ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla gönderilecek veri görüntü verisi olacaktır. Bu da özellikle enerji ve bant genişliği açısından yüksek maliyete sebep olacaktır. Ancak, söz konusu çalışmada multimedya algılayıcılar güvenliği sağlanacak binanın yakın çevresindedir. Enerji olarak şebeke enerjisinden ve/veya jeneratörden beslenmektedir. Merkeze (sink) veri aktarımı çoğunlukla kablolu olarak yapılmaktadır. Dolayısıyla bahse konu maliyetler söz konusu olmayacaktır. Arazinin çok büyük kayalık, ağaçlık, vb. olması sebepleriyle yasal olmayan girişin görüntülenemediği veya emin olunamadığı durumlarda, bina içerisindeki insansız hava aracı güvenlik görevlileri tarafından kaldırılarak gerekli bilgi sağlanır.

Haberleşme akışı, her küme için yukarıda anlatıldığı şekilde yapılır. Yasal olmayan girişin tespitinin daha güvenilir olabilmesi amacıyla, kümeler ve multimedya algılayıcıların - küme liderlerinin kapsama alanlarının Şekil-5'deki gibi birbiri üzerine bindirilmesi gerekmektedir.



**Şekil-5:** Multimedya algılayıcı kapsama alanlarının birbiri üzerine bindirilmesi.

#### 4.Sonuçlar ve Öneriler

Yapılan çalışmada, kablosuz algılayıcı ağlar kullanılarak tesis edilen güvenlik uygulamalarının eksik görülen hususları çıkartılmış ve bu eksiklikleri giderebilecek bir mimari önerilmiştir. Öngörülen sistemde tek katmanlı mimari yerine, yeraltı algılayıcılar, yerüstü algılayıcılar, multimedya algılayıcılar ve bir adet insansız hava aracından oluşan çok katmanlı mimari kullanılmıştır. Bu sayede tek katmanlı mimaride görülen, izinsiz girişlerin tamamının tespit edilememesi veya tespit edilen alarmların yanlış olması hususları giderilmiş, birbirlerinin açıklarını kapatacak algılayıcıların oluşturduğu, izinsiz girişlerin farklı algılayıcı tiplerinden gelen mesajlarla teyit edildiği, doğruluk ve güvenilirlik oranı maksimum seviyede olan bir sistem önerilmiştir.

Maliyeti düşürmek amacıyla, arazide kullanılacak algılayıcı sayısının azaltılması, bu amaçla algılayıcı yerleştirme optimizasyonu ve sistem yaşam zamanının optimizasyonu konuları gelecek çalışma alanları olarak düşünülmektedir [4,5,6]. Ayrıca, tasarlanacak sistemin uygulama alanına göre (ev güvenliği, bina güvenliği, sınır güvenliği, vb.) izinsiz veya yasal olmayan giriş tespitinin merkeze ulaşma zamanı ihtiyacına göre her katmanda uygulanacak protokollerin belirlenerek veri ulaşım zamanı optimizasyonu diğer bir gelecek çalışma konusudur.

## 5.Kaynaklar

- [1] Z. Sun, P. Wanga, M.C. Vuran, M.A. AlRodhaan A.M. Al-Dhelaan, İ.F.Akyıldız, Eylül 2010, BorderSense: Border patrol through advanced wireless sensor networks, Ad Hoc Networks, Vol. 9, Issue 3, May 2011, pp. 468-477.
- [2] İ.F. Akyıldız, M.C. Vuran, 2010, Wireless Sensor Networks (Book), John Wiley, ISBN: 978-0-470-03601-3 (H/B).
- [3] R.C. Jisha, M.V. Ramesh, G.S. Lekshmi, 2010, Intruder Tracking Using Wireless Sensor Network, IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC), 28-29 Sep. 2010, Coimbatore, India.
- [4] J. He, H. Shi, 2010, Finding barriers with minimum number of sensors in wireless sensor networks, IEEE In(ISSPA'12), Montreal Canada, pp. 164-169.
- [5] C. Xin, L. Fengrong, X. Tao, L. Jia, 2011, Sleep-Wakeup mechanism of belt sensor network for fence anti-intrusion, IEEE 7th Intl. Conf. 23-25 Sept. 2011, Wuhan, China.
- [6] Koji Yamamoto, Hayato Ozaki, Takuya Suzuki, Tomotaka Wada, Kouichi Mutsuura, Hiromi Okada,2011, Barrier Coverage Constructions for Border Security Systems using Wireless Sensor, IEEE 40. Intl. Conf. on Paralel Processing Workshops, (ICPPW'11), 13-16 Sept. 2011, taipei, Taiwan, pp.50-56.
- [7] A. Dargazany, M. Nicolescu, 2012, Human body parts tracking using torso tracking, 9. Intl. Conf. on Information Technology - New Generations (ITNG'12), 16-18 April 2012, Las Vegas, Nevada, USA.
- [8] A.T. Nghiem, E. Auvinet, J. Meunier, 2012, Head detection using kinect camera and its application to fall detection, IEEE 11. Intl. Conf. on Information Science, Signal Processing and their Applications. 2-5 July 2012, Montreal, Canada.
- [9] Ameer Ahmed Abbasi , Mohamed Younis,2007, A survey on clustering algorithms for wireless sensor networks, Journal of Computer Communications, Vol. 30, Issue: 14-15, Oct. 2007, pp. 2826-2841.
- [10] Purushottam Kulkarni, Deepak Ganesan and Prashant Shenoy, 2005, The Case for Multi-tier Camera Sensor Networks, 15. Intl. Workshop on Network and Operating Systems Support for Digital Audio and Video (NOSSDAV), 13-14 June 2005,Skamania, Washington, USA.
- [11] İ.F. Akyıldız, E.P. Stuntebeck, 2006, Wireless underground sensor networks: Research challanges, Ad Hoc Networks, Vol. 4, Elsevier, pp.669-686.
- [12] Elta Systems, Unattended ground sensors network (USGN), [http://defense-update.com/newscast/0608/news/news1506\\_ugs.htm](http://defense-update.com/newscast/0608/news/news1506_ugs.htm).