

# IP VIDEO GÜVENLİK SİSTEMLERİNDE TASARIM KRİTERLERİ VE AKILLI GÖRÜNTÜ İÇERİK ANALİZİNİN (IVA) ETKİLERİ

Hayri YILDIRIM  
hayri.yildirim@tr.bosch.com

Bosch Güvenlik Sistemleri, Bosch Sanayi ve Ticaret A.Ş.  
Ahi Evran Cad. Ata Center Kat:1 Maslak 34398 Şişli-İstanbul

## ÖZET

*Bu çalışmada, IP Video Güvenlik Sistemlerinde tasarım esasları hakkında bilgiler verilecek ve tasarımda akıllı video içerik analizinin etkileri incelenecektir. Geleneksel video güvenlik sistemleri analog kameralar ve Dijital Video Kayıt Cihazları (DVR), koaksiyel veya fiber optik kablo ile analog monitörlerden oluşmaktadır. Son yıllarda gittikçe yaygınlaşan IP video güvenlik sistemleri ise IP kamera veya IP video kodlayıcı, ağ anahtarı, video kayıt sunucusu, veri depolama disk üniteleri, görüntü izleme bilgisayarı ile video kayıt ve yönetim yazılımından oluşmaktadır. IP kamera sistemlerinde tasarım esaslarının başında uygun kamera ve lens seçimi, ağ bant genişliği ve görüntü sıkıştırma biçimi gelir. Bundan başka görüntünün hangi çözünürlükte kaydedileceği, video görüntüsünün saniyedeki resim sayısı(fps veya ips), kayıt süresi ve aynı anda izlenecek kamera sayısı gibi bilgiler tasarım değişkenlerinin en başta gelenleridir. Kamera sayısı arttıkça bant genişliği ve veri depolama kapasitesinden tasarruf sağlayan ve güvenlik personeli sayısını azaltan, uçta akıllı analiz özelliği ile büyük sistemlerin etkin bir şekilde yönetilmesine katkı sağlayan IP tabanlı akıllı video güvenlik sistemleri gittikçe önemini arttırmaktadır.*

## 1. GİRİŞ

Günümüzde, kameralı güvenlik sistemlerine ihtiyaç oldukça artmıştır. 1996'da üretilen ilk IP (network, ağ) kameranın üretilmesinden sonra analog sistemlerden IP kamera sistemlerine geçiş özellikle son birkaç yılda büyük bir hız kazanmıştır.

Geleneksel kamera sistemleri, analog video çıkışlı kameralar ve dijital video kayıt cihazlarından oluşmaktadır. Bu sistemlerde video iletimi için koaksiyel kablo veya uzak mesafelerde fiber optik kablo kullanılmaktadır. Ses ve kamera kontrol verisi de iletilmesi gerektiğinde ayrı kablolar veya özel dönüştürücü cihazlar kullanılması gerekmektedir. Analog sistemlerin, kameradan kayıt cihazına kadar kesintisiz koaksiyel kablo çekilmesi ve bu kabloların, görüntüyü bozan elektromanyetik çevre etkilerine maruz kalması gibi bir çok zayıf yanları ve uygulama zorlukları bulunmaktadır. Standart IP (Internet Protocol) tabanlı bilgisayar ağ kabloları üzerinde çalışan IP kamera sistemleri ise Ethernet çıkışlı IP kamera veya IP video kodlayıcı, ağ

anahtarı, video kayıt sunucusu ve izleme bilgisayarı, video kayıt ve yönetim yazılımı ile video veri depolama disk ünitesinden oluşmaktadır [1].

IP tabanlı video güvenlik sistemlerinin kurulması, yeterli düzeyde bilgisayar ağ teknolojisi bilgisi gerektirmektedir. Bu sistemlerin tasarım esaslarının başında kameranın görüntü sıkıştırma biçimi, bant genişliği, istenen kayıt süresi ve görüntü çözünürlüğü, video kayıt ve yönetim yazılımının özellikleri ile sunucu bilgisayarın işlemci gücünün ve RAM bellek miktarının yüksek olması, izleme bilgisayarının ise 7/24 çalışmaya uygun üst düzey grafik kartına sahip olması gelmektedir.

## 2. IP VIDEO GÜVENLİK SİSTEMLERİNİN TASARIMI

IP tabanlı video güvenlik sistemlerinin tasarımında standart IP ağ alt yapısı kullanılır. Bu sistemlerde IP kameralar, bakır ağ kabloları veya fiber optik kablolar, ağ anahtarları, yönlendiriciler, gerekiyorsa kablosuz ağ erişim cihazları veya fiber

optik-ethernet medya dönüştürücü, video kayıt sunucu bilgisayarları, gerekiyorsa video kod çözücüler ile video kayıt ve yönetim yazılımı bulunur. Bu bölümde, sistemi oluşturan bu bileşenlerin sistem tasarımındaki etkileri ve sahip olmaları gereken özellikler incelenecektir.

### **IP Kamera Seçimi**

IP kamera, üzerinde bulunan Ethernet çıkışı üzerinden doğrudan bilgisayar ağına bağlanabilen ve bu ağa MJPEG, MPEG-4, H.264 veya diğer bir standart görüntü sıkıştırma biçimi ile video görüntüsünü iletebilen bir güvenlik kamerasıdır. IP kameralar, standart VGA çözünürlükte (640x480 veya 704x576 piksel) veya megapiksel IP kameralar adı altında 1.3 MP (1280x1024 piksel) ve daha üstü çözünürlüklerde üretilir. Son yıllarda HD çözünürlükte kameralar da pazara sunulmaktadır.

Megapiksel kameralar yüksek bant genişliğine ve büyük veri depolama kapasitesine ihtiyaç duyduğundan uygulamada ekonomik ve teknik sınırlamalarla karşılaşmaktadır. Bu kameraların daha çok, standart çözünürlüğe sahip büyük IP kamera sistemlerinin içerisinde az sayıda olarak önemli noktalarda kişi tanıma vb. amaçlı ve ana sistemi tamamlayıcı bir kamera olarak kullanılması daha uygundur. Ayrıca bu kameralar iyi görüntü verebilmek için standart çözünürlükteki kameralara göre daha iyi bir aydınlık düzeyine ihtiyaç duyarlar.

Kamera seçiminde ana girişler, koridorlar, merdiven başları ve geçiş noktaları gibi yerlerde sabit kamera, geniş alanlarda sabit kameraları destekleyici olarak hareketli kamera kullanmak ve bu kamera için istenen bakış açısına sahip uygun bir mercek (lens) seçimi de önemlidir. Bazı hareketli kameralarda bulunan, görüntü alanındaki belirli bir boyuttaki hareketli nesneyi kameranın otomatik olarak takip etmesi özelliği (Autotrack) güvenlik görevlisine önemli bir destek sağla-

maktadır. Ayrıca IP kamera seçiminde, kameranın üzerinde görüntü içerik analizi yazılımı bulunan modeller önerilmektedir [1].

### **IP Ağ Kablolaması**

IP video güvenlik sistemi kurulurken binadaki mevcut IP ağ altyapısı kullanılabilir. Buna rağmen daha güvenli bir sistem olması istenirse, IP kamera sistemine ait ağ anahtarları ve yönlendiriciler fiziksel olarak bilgisayar ağından ayrı tutulabilir. IP kablolama maliyetinin koaksiyel kablolamaya göre daha ekonomik olması sebebiyle de bu sistemler tercih edilmektedir. Bu durum binalardaki çok çeşitli kablolama altyapıları olmasını önlemekte, kurulum ve bakım maliyetlerini düşürerek işletme kolaylığı sağlamaktadır.

Kablolamada dikkat edilmesi gerekenler arasında en başta geleni kablo mesafesi ve bant genişliğidir. Kategori-5e kablo kullanıldığında kameradan ağ anahtarına kadar olan mesafe 100 metre'yi geçmemelidir. Mesafe 100 metreden büyük ise ya fiber optik kablo kullanılmalı veya her 100 metrede bir ağ anahtarı kullanılmalıdır. Fiber optik kablo kullanıldığı durumlarda yakın mesafelerde multi mode kablo, uzak mesafelerde single mode kablo kullanılmalıdır. IP kameraların üzerinde genel olarak fiber optik giriş bulunmayıp sadece RJ-45 ethernet girişi bulunduğundan her bir kamerada fiber optik sonlandırma yapılarak medya dönüştürücüler üzerinde Ethernet çıkış elde edilmeli ve IP kamera Kategori 5e kablosu ile bu Ethernet çıkışa bağlanmalıdır. Bazı durumlarda 100 metre mesafedeki birden fazla IP kamera ortak bir toplama noktasında birleştirilerek bir pano içerisinde fiber optik sonlandırmasına sahip bir ağ anahtarına bağlanır ve görüntüler fiber optik kablo üzerinden güvenlik merkezine taşınır [2, 3].

Kablo mesafesinin büyük olduğu dış ortam çevre güvenlik kamera sistemlerinde

analog kameralar ve IP video kodlayıcılardan oluşan hibrid bir sistem kurulabilir. Bu durumda, üzerinde SFP fiber optik giriş bulunan tek veya çok kanallı video kodlayıcıların tercih edilmesi, hem kurulum kolaylığı sağlar hem de sistemin daha ekonomik olması bakımından önerilmektedir [1].

IP kameraların profesyonel serilerinin birçok modeli ağ kablosu üzerinden elektrik besleme (Power over Ethernet-POE) özelliğine sahiptir. PoE desteğine sahip bir ağ anahtarının RJ-45 PoE portlarına bağlanacak bir ağ kablosu ile hem video iletimi hem de kameranın elektrik beslemesi sağlanabilir. Bina dışı uygulamalarda ısıtıcı ve fanlı kamera muhafazası kullanıldığında, ağ anahtarının her bir PoE portundan verilebilecek güç ısıtıcı muhafazayı veya hareketli kameraları beslemek için yetersiz kalır. Bu durumda, muhafaza içerisindeki IP kamera ya merkezi kesintisiz güç kaynağından beslenen ağ anahtarının RJ-45 PoE portu üzerinden beslenir ve muhafazaya ayrıca elektrik kablosu çekilir, ya da çekilen elektrik kablosundan hem kamera hem de muhafaza beslenir. IP video iletiminde şifreleme yapılabilmesi veri güvenliği açısından oldukça önemlidir [5].

### Bant Genişliği Hesabı

IP video güvenlik sistemlerinin tasarımında göz önüne alınması gereken en önemli kriter bant genişliğidir. IP kamera veya video kodlayıcının ürettiği videonun en büyük bant genişliği ve ağ altyapısında sağlanan en büyük bant genişliği birbiri ile uyumlu olmalıdır.

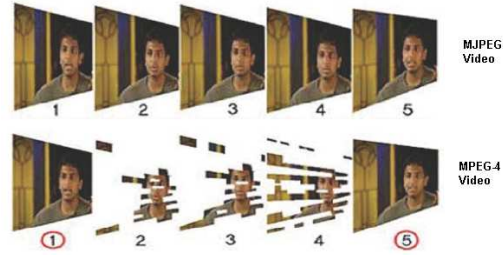
Ağ tipine göre pratikte kullanılacak en büyük bant genişliği için aşağıdaki değerler göz önünde bulundurulmalıdır:

- 1 Gigabit Ethernet: 500 Mb/s
- 100 Mb Fast Ethernet: 55-60 Mb/s
- 10 Mb Ethernet: 6-7 Mb/s
- WiFi 802.11g 54Mb: 12-25 Mb/s
- 1 Mb ADSL: 150-200 Kb/s

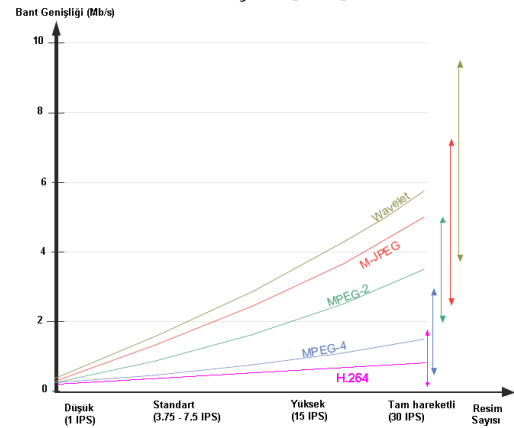
Bant genişliği hesabı yapılırken MJPEG ve MPEG4/H.264 sıkıştırma biçiminde sırasıyla aşağıdaki formül kullanılabilir:

$$\text{Bant genişliği (Mb/s)} = \text{Resim Boyutu (KB)} \times \text{Saniyedeki Resim Sayısı (fps)} \times \text{Kamera Sayısı} \times 8 / 1024$$

$$\text{Bant genişliği (Mb/s)} = \text{Video Bant Genişliği (Mb/s)} \times \text{Kamera Sayısı}$$



Şekil 1. MJPEG ve MPEG-4 Video Sıkıştırma Biçimi [4, 5]



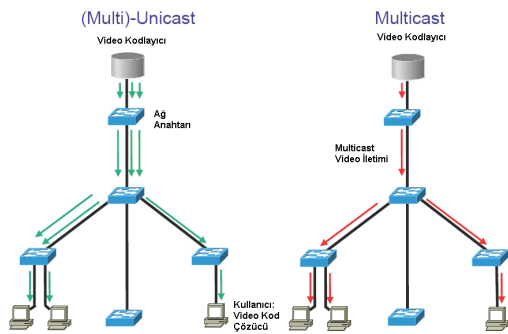
Şekil 2. Görüntü sıkıştırma biçimlerine göre harcanan bant genişliği [4].

Hesaplanacak bant genişliğinin en az %15 fazlası ağ üzerinde sağlanmalıdır. Ağda yeterli bant genişliği sağlanamaz ise MJPEG biçiminde resim boyutu ve kalitesi, resim sayısı vb. parametreler azaltılarak veya kamera destekliyse daha düşük bant genişliği harcayan bir sıkıştırma biçimi (H.264) seçilmelidir.

Tipik bir IP kamera MJPEG biçiminde 640x480 piksel çözünürlükte saniyede 25 resim hızında ortalama 7.2 Mb/s, MPEG-4'te 2Mb/s ve H.264'te ise 1.4Mb/s bant genişliğinde video verir. Profesyonel IP

kameralar aynı anda en az iki farklı sıkıştırma biçiminde video verebilir. Bazı IP kameralar ise çift video kodlayıcıya sahip olduklarından aynı anda iki farklı MPEG-4 video verebilmekte, buna ilave olarak MJPEG biçiminde resmi alarm durumunda veya düzenli olarak belirli bir ftp sunucusuna ve/veya verilen bir e-posta adresine gönderebilmektedir [1]. Bu kameralarda her iki MPEG-4 videonun çözünürlük, bant genişliği vb. özellikleri birbirinden bağımsız olarak farklı değerlere ayarlanabildiğinden, özellikle izleme ve kayıt için farklı çözünürlükler gereken uygulamalarda üstünlük sağlamaktadır.

Ağ üzerinden IP kameraya bağlanacak izleyici sayısı çok ise, kameraların ve ağ anahtarının video çoklama (multicast) özelliği bulunmalıdır. Ayrıca IP kameraların video çoklama özelliği kullanılırsa, kameralardan her bir izleyiciye gidecek MPEG-4 video ağ anahtarında çoklanır. Böylece kameralardan ağ anahtarına doğru sadece bir adet MPEG-4 video çıkışı olacağından harcanan bant genişliği tek izleyici durumundaki ile aynı olur. Aksi halde (multi-unicast) tek izleyici durumundaki bant genişliğinin izleyici sayısı ile çarpımı kadar bir bant genişliği ihtiyacı olur (Şekil 3).



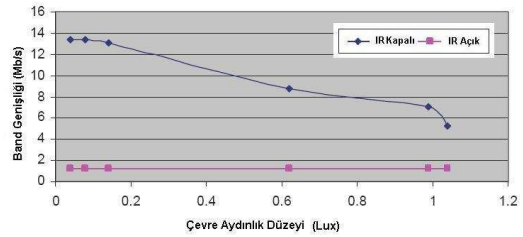
Şekil 3. Bire-bir (Unicast) ve Bire-çok (multicast) video iletimi

### Kızılötesi Aydınlatma

Kameralardan kaliteli bir görüntü ancak iyi bir aydınlık düzeyinde alınabilir [6,7]. Gece görüş özelliği bulunan kameralar,

0,3-0,8 lux çevre aydınlık düzeyinin altında, 0.01 lux seviyelerine kadar siyah-beyaz görüntü verebilir. Ancak pratik olarak 0 lux karanlık ortamda bu kameralar da görüntü veremez. Bu ortamda görüntü alabilmek için kameraların görüş alanı kızılötesi aydınlatma cihazı ile aydınlatılmalıdır.

Kızılötesi ile aydınlatmanın en önemli avantajlarından biri de, harcanan bant genişliğini ve gerekli video kayıt kapasitesini azaltması veya mevcut bir disk kapasitesi için kayıt süresini uzatmasıdır. Yapılan bir araştırmada, kızılötesi ile aydınlatmanın kameralardan gelen video görüntüsü için harcanan bant genişliğini %48 ila %91 oranında azalttığı gözlemlenmiştir (Şekil 4) [8].



Şekil 4. Kızılötesi (IR) aydınlatmanın MPEG-4 video bant genişliğine etkisi.

Karanlık ortamda görüntü kalitesi çok düşer ve resimdeki karıncalanma ve karlanma sebebiyle resmin tamamında hareket etkisi oluşur ve harcanan bant genişliği en büyük seviyeye çıkar. Kızılötesi aydınlatma, görüntü kalitesini yükseltir ve bant genişliğini düşürür. Kızılötesi aydınlatma yapılmamışsa, ağdaki bant genişliği sınırlı olduğunda (ADSL gibi) gündüz alınan görüntü kaliteli, gece görüntüleri ise bozuk, gecikmeli olur. Hatta bağlantı kesilmesi gibi olumsuz durumlar ortaya çıkar.

Kızılötesi LED teknolojisine sahip aydınlatma cihazları 25W seviyesindeki güç tüketimleri ile enerji tasarrufu sağlamaları ve 5 yıl gibi uzun ömürlü olmaları bakımından tercih edilmelidir. Bu cihazlar 10 ila 135 derece arasında çeşitli

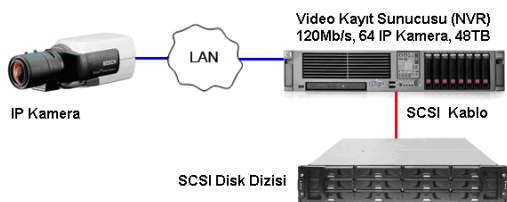
açılarda 730nm, 850nm ve 940nm dalga boylarında ışık yayacak şekilde üretilirler [1]. Cihazının açısı daraldıkça aydınlattığı mesafe artar. Kameranın görüş açısı ile aynı açığa sahip aydınlatma cihazı seçilmelidir. Siyah ışık olarak adlandırılan 940nm kızılötesi ışık çıplak gözle görünmez. Kameraların çoğu bu dalga boyundaki kızılötesi ışığa, 850nm'ye göre %50 daha az duyarlıdır. Bu dalga boyunda aydınlatma, özellikle gizli aydınlatma gereken yerlerde kullanılmalıdır.

### Video Kayıt Sunucusu ve Yönetim Yazılımı

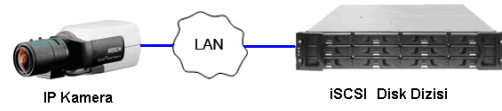
IP kamera sistemlerinde görüntülerin kaydedilmesi, izleyicilere sunulması ve sistemin yönetilmesi için sunucu bilgisayarlar üzerinde çalışan Video Kayıt ve Yönetim Yazılımları kullanılmaktadır. Bu yazılımlar büyük ve dağıtık sistemlerde sunucu-istemci yapısında çalışmaktadır.

Bant genişliği ve işlemci gücü sınırlamaları sebebiyle bir sunucuda en fazla 64 kamera kaydedilebilmektedir. Kayıtlar sunucudaki dahili sabit disklere veya sunucuya bağlı RAID-5 veri korumalı harici SCSI disk ünitelerinde yapılmaktadır. Tasarımda, kamera başına kaydedilecek saniyedeki resim sayısına ve çözünürlüğe göre, sunucu başına kaç kamera atanacağı ve toplam kamera sayısına uygun sunucu sayısı ve gerekli disk kapasitesi belirlenmelidir.

En son teknolojiye sahip IP kamera ve video kodlayıcılar, sunuculara gerek duymadan, Gigabit Ethernet potu ile doğrudan ağa bağlı bulunan iSCSI disk ünitelerine kayıt yapabilmektedir.



Şekil 5. Video Kayıt Sunucusu (NVR) ile SCSI Disk Dizisine Kayıt Sistemi.



Şekil 6. Doğrudan iSCSI Disk Dizisine Kayıt Sistemi [1].

iSCSI kayıt yönteminde, video kayıt yöneticisi adı verilen yazılımlar kullanılarak toplam disk kapasitesinin en verimli bir şekilde kullanılması sağlanmaktadır. Bu yöntemde, birden fazla iSCSI disk ünitesi tek bir disk havuzu olarak tanımlanmakta, başlangıçta her bir kameraya sabit bir disk alanı verildikten sonra bunu dolduran her bir kameraya ilave 1GB blok disk alanı, bunu da dolduran kameraya her defasında ilave 1GB disk alanı verilmektedir. Bu yazılımların doğrudan kayıt görevi olmadığından sunucu devre dışı kalsa bile kayıtlar birkaç gün daha kesintisiz devam etmektedir.

### Video Kayıt Kapasitesi

Video kayıt kapasitesi, iletilen görüntünün harcadığı bant genişliği ile doğru orantılı ve görüntü sıkıştırma biçimi ile doğrudan ilişkilidir. En büyük bant genişliği MJPEG sıkıştırma biçiminde gerekmektedir. MPEG-4 sıkıştırma biçiminde bant genişliği, MJPEG biçiminin göre %70'i, H.264 biçiminde ise MPEG-4'ün %50-70'i seviyesinde olmaktadır.

Gerekli toplam video kayıt kapasitesi, MJPEG ve MPEG-4/H.264 biçimi için sırasıyla aşağıdaki formül ile hesaplanabilir:

$$\text{Video Kayıt Kapasitesi (GB)} = \text{Resim Boyutu (KB)} \times \text{Resim Sayısı (fps)} \times \text{Kamera Sayısı} \times \text{Kayıt Süresi (Gün)} \times 24 \times 60 \times 60 \times \text{Görüntüdeki Hareket Oranı (\%)} / 100 \times 1 / 1024 / 1024$$

$$\text{Video Kayıt Kapasitesi (GB)} = \text{Video Bant Genişliği (Mb/s)} \times \text{Kamera Sayısı} \times \text{Kayıt Süresi (Gün)} \times 24 \times 60 \times 60 \times \text{Görüntüdeki Hareket Oranı (\%)} / 100 \times 1 / 1024$$

Video kayıt kapasitesi, yukarıdaki formül ile hesaplanan değerin en az %20 fazlası olarak alınmalıdır. Video kayıt kapasitesi hesaplanırken, eğer disk ünitesinde RAID-5 veri koruması uygulanırsa disklerden bir tanesinin veri koruması için kullanılacağı ve toplam video kayıt kapasitesinin toplam disk sayısından bir eksik sayıdaki disklerin toplam kapasitesi kadar olacağı göz önüne alınmalıdır. Ses kaydı ve görüntü analizi için meta veri kaydı için gerekli disk alanı da hesaba katılmalıdır.

### **3. IP VIDEO SİSTEMLERİNDE ALARM YÖNETİMİ VE AKILLI GÖRÜNTÜ İÇERİK ANALİZİ**

IP kameralar alarm yönetimine de sahip olduklarından sadece görüntü alma değil aynı zamanda alarm ve otomasyon yeteneklerine de sahiptir. Kamera sayısının çok olduğu büyük sistemleri izlemek için güvenlik personeli sayısının da artması gerekir. Daha az güvenlik görevlisine ihtiyaç duyan akıllı kamera sistemleri son yıllarda gittikçe yaygınlaşmaktadır.

Bu sistemlerde, kamera üzerindeki alarm girişlerine bağlanan alarm algılayıcılarından gelen tetikleme ile veya kameranın canlı görüntü içeriği, görüntü analiz yazılımları tarafından incelenerek, güvenlik bölgesine girilmesi, sahipsiz cisim bırakılması, belirlenen bir yöne göre ters yönde hareket edilmesi, çizilen sanal bir çizginin geçilmesi, aşırı hız yapılması, bir aracın yanlış yerde durması vb. durumlarda kamera üzerinde veya sunucudaki görüntü analiz yazılımında alarm üretilerek güvenlik görevlisi sesli ve görsel olarak uyarılmaktadır. Ayrıca ağa bağlı IP tabanlı giriş-çıkış (I/O) üniteleri kullanılarak otomasyon da yapılabilmektedir.

#### **Alarm Giriş/Çıkış Bağlantısı**

IP kameraların üzerinde genellikle en az bir adet alarm algılayıcı girişi ve en az bir adet röle çıkışı bulunmaktadır. Bu giriş çıkışlar yardımıyla sistemdeki algılayıcı-

cılardan gelen alarmlara göre ya röle çıkışları üzerinden bir siren veya başka bir uyarıcı tetiklenerek çalıştırılabilir veya alarm sinyali kameradan merkezi yönetim yazılımına iletilerek güvenlik operatörüne alarm mesajı verilir. IP kameralar alarm durumunda belirlenen bir adrese e-posta gönderebilir veya bir ftp sunucusuna alarm anında çektiği resmi gönderebilir.

#### **Videodan Hareket Algılama (VMD)**

IP kameralar, görüntüden hareket algılama ve buna göre alarm verebilme yeteneklerine sahiptir, ancak bu çoğunlukla yanlış alarmlara sebep olmaktadır. Bu yüzden akıllı hareket algılama ve nesne algılama yazılımları yaygın olarak talep edilmeye başlanmıştır.

#### **Akıllı Görüntü İçerik Analizi (IVA)**

Günümüzde güvenlik kameralarının sayısı arttıkça bunları izlemek için gerekli güvenlik personeli sayısı da artmaktadır. Araştırmalar göstermiştir ki; sadece iki monitörde çok sayıda kamerayı izleyen bir güvenlik görevlisinin 22 dakika sonra dikkatinin %95 dağılmaktadır. Bu durum, kameraların sadece görüntüyü merkeze iletmesinden öte, gördükleri şüpheli durumlara karşı akıllı algoritmalar ile alarm oluşturarak merkeze alarm mesajları da gönderebilmeleri ihtiyacını ortaya çıkarmıştır.

IP kamera ve video kodlayıcıların kendi üzerindeki cihaz yazılımında Akıllı Görüntü İçerik Analiz yazılımı (IVA) ile "uçta akıllı analiz" gittikçe yaygınlaşmaktadır. IP kamerada bu özellik olmadığında görüntü analizi merkezdeki analiz sunucusu üzerinde yapılmaktadır. Analiz sunucusu genelde en fazla 4 veya 8 adet IP kameranın görüntü analizini yapılabilmektedir. Bu da çok sayıda kameradan oluşan sistemlerde sunucu sayısını ve sistem maliyetini arttırmaktadır.

Görüntü içerik analizine (VCA) sahip sistemler aynı zamanda kayıt ve bant genişliği açısından büyük tasarruflar

sağlamaktadır. Üstelik istihdam edilmesi gereken güvenlik elemanı sayısını da azaltarak masrafların düşürülmesini sağlamaktadır.

Görüntü analiz algoritmaları gün geçtikçe daha da akıllı özelliklere sahip olmaya devam etmiş ve birkaç yıl öncesindeki nispeten çok daha basit olan Video Hareket Algılama (VMD) sistemlerine göre oldukça ilerleme kaydetmiştir. Akıllı VCA (kısaca IVA), gerçek zamanlı görüntülerdeki şüpheli faaliyetleri ya da alarm durumlarının belirlenmesi için “tanımlanan kuralları” canlı görüntüde sürekli analiz eder. Günümüzdeki IVA algoritmaları, yalnız hareket algılama kapasitesine sahip değil, aynı zamanda sahipsiz cisimlerin, hareket yönünün, hızlarının ve hatta rastgele dolaşma gibi şüpheli davranışların gerçek zamanlı olarak belirlenebilmesini de sağlar.

### **Akıllı IP Kameralar**

En son Video İçerik Analizi algoritmaları ancak günümüzün gelişmiş IP tabanlı CCTV ürünlerinde kullanılmaktadır. Bu algoritmalar IP kamera ve video kodlayıcılar üzerinde bulunmakta ve pahalı sunucu tabanlı çözümlere olan ihtiyacı da ortadan kaldırmaktadır.

Çevresel hava koşullarında meydana gelen değişiklikler VCA sistemlerinin yanlış alarm vermesinin en büyük nedenlerinden biridir. Bu durumu ortadan kaldırmak için VCA algoritmaları sallanan ağaç dalları, yapraklar, bulut hareketleri, gölgeler, yağmur ve kar yağışı gibi durumlarda ortaya çıkabilecek istenmeyen yanlış alarmları önleyen gelişmiş algoritmaları da içermektedir. Algoritma, meydana gelen değişikliklere dinamik olarak adapte olma kapasitesine sahiptir böylece alarm sadece gerçek alarm durumlarında verilir.

Gelişmiş görüntü analiz sistemi kullanıcının, çeşitli alarm parametreleri ile görüntüde bağımsız alarm bölgeleri oluşturabilmesine izin verir. Genellikle, üst

üste bindirilmiş ya da farklı parametrelere sahip bölgeler tanımlanabilir. Görüntü içerik analizi algoritması ile her bir alarm bölgesi için; boyut, hız ve yön parametreleri tanımlanabilmektedir. Örneğin park alanını görüntüleyen tek bir kamera ile, araçların hızlarının olması gerekenden yüksek olduğu durumlar veya yönlerinin hatalı olup olmadığı parametre olarak belirlenebilir. Aynı zamanda boyutlarına göre araçların ayırt edilebilmesi için kameraları ayarlamak mümkündür. Bu ayarlar her yönde güvenilir bir şekilde boyut ve hız tespiti yapmak için gerekli olan üç boyutlu kamera perspektif ayarını da içerir. Bu fonksiyon ile alarmlar, belirli bir boyutun altındaki veya üzerindeki cisimler için tetiklenebilmektedir. Örneğin, yalnız motosikletler veya kamyonlar için ya da yalnızca belirli bir hızın altında seyir halinde olan cisimler için (kara yolunda yürüyen yayalar vb.) alarmlar merkeze iletilir. Son zamanlarda geliştirilen algoritmalar renk tanıma özelliğine de sahiptir.

### **Şüpheli Davranışların Tespiti**

Şüpheli davranışı neyin oluşturduğunu %100 belirlemek zordur. Genellikle deneyim ve hatta önseziye başvurulur. Görevli bir polis veya güvenlik görevlisi bu duruma karar verebilir. Ancak bazı davranış biçimleri vardır ki bunlar potansiyel şüpheli davranışlar olarak nitelendirilebilir. Örneğin ters yönde hareket eden araçlar ya da hiçbir geçerli nedeni olmadan sürekli olarak aynı bölge içerisinde başıboş dolaşan kişiler gibi. Gelişmiş VCA algoritmaları ile bu tür davranışları kamera ile tespit edebilmek mümkündür [6].





Şekil 7. Görüntü İçerik Analizine Sahip Bir Güvenlik İzleme Merkezi

Özellikle havaalanlarında ve diğer ulaşım istasyonlarında artan terör korkusu ile sahipsiz bir bagaj, şüpheye yol açan doğrudan bir nesnedir. Bagajın boyutu bir alarm tetiklemek için kullanılabilir. Duran bir cisim tespit fonksiyonu, örneğin hızlı ilerleyen trafiğe sahip bir otoyolda bir aracın durduğunu belirleyebilir. Buradaki zorluk, şüpheli ve masum durumları birbirinden ayırabilmektir. Birçok yanlış alarmın verilebileceği, çok sayıda insan trafiğinin olduğu olay mahallerinde bu fonksiyonların etkinliği hakkında halen bazı şüpheli yaklaşımlar mevcuttur.

Günümüzde bu tür alarm fonksiyonları için olması daha muhtemel uygulamalar, yasak bölgelerde, müze veya yüksek kaliteli mağazaların önlerinde duran şüpheli araçların belirlenmesidir.



Şekil 8. Akıllı İçerik Analizinde Renk Tanıma Özelliği, Kayıp Nesne Alarmı, Çizgi Geçme ve Yön Algılaması, Perspektif Ölçeklendirmesi, Gece Kızılötesi Aydınlatmalı Ortamda Algılama Örnekleri.

Görüntü içerik analizinin artan oranda kullanıldığı önemli bir alan ise, saldırıya açık olan havaalanı ve endüstriyel tesislerin çevre güvenlik kamera sistemleridir. Aynı zamanda kimyasal, nükleer ve enerji üretim tesisleri ile su pompalama istasyonları gibi diğer saldırıya açık yerlerde de kullanımı yaygınlaşmaktadır. Genelde 5-10 km veya daha uzun çitlerle çevrilmiş bu tesisler, yakın zamana kadar güvenlik için sadece dikenli teller kullanılmaktaydı. Tipik olarak bu tesislerin video kamera sistemi yoktur ve yalnız az sayıda tesis, çevre izlemesi için mikrodalga ya da kızılötesi (IR) tabanlı ihlal sistemlerini kullanmaktadır. Ancak bu sistemler çok fazla sayıda yanlış alarm vermektedirler ve bu nedenle operatörlerin hassasiyetleri gün geçtikçe azalmaktadır. Zamanla sıkıcı bir hal almasından dolayı sistemi kapatma sınırına kadar uzanabildiği de bilinmektedir.

### Nesne Sınıflandırma Teknikleri

Gelişmiş görüntü içerik analizi sistemlerine dayanan akıllı gözetimin, güvenlik üzerinde büyük bir etkisi olması beklenmektedir. VCA, şüpheli davranışların otomatik olarak belirlenip görüntülenebilmesi için çit boyuna yaklaşan hayvanlar ile muhtemel hırsızların ayırt edilebilmesine olanak sağlamaktadır.

Görüntü analiz algoritmaları, cisim etrafında bir çerçeve tanımlayarak basit olarak cisimlerin belirlenmesine olanak vermektedir. Gelişmiş sınıflandırma özellikleri, bir dizi sınıflandırma parametresi ile cisimleri uzaktan, daha kesin olarak belirlemelerini mümkün kılmaktadır. Bunlar cismin kesin şekli, boyutu, rengi, orijinal hareketi ve bu tür diğer kriterlerdir. Böylece sahipsiz bırakılmış bir paket, gerçekten paket olarak net bir şekilde belirlenebilecektir. Bu yeni algoritmalar, hareket halinde olan cisimlerin daha kesin olarak tespit edilmesini sağlamaktadır. Böylece polisin bir hırsızlık olayına karışan mavi bir firar aracı araması durumunda ekranda hareket halinde olan



mavi bir araç görünürse, güvenlik personelinin uyarılması için algoritma içerisindeki arama parametrelerini ayarlamak mümkün olmaktadır.

### **Kayıtlı Görüntüde Akıllı Arama**

Gerçek zamanlı alarm oluşturmanın yanı sıra, sistem tarafından üretilmiş olan dijital veriler olay sonrasında adli delil olarak kullanım için kayıt altına alınır. Kayıtlı görüntülerin aranmasını çabuklaştırmak ve kolaylaştırmak için VCA algoritmaları, video yönetim yazılımlarına entegre edilmektedir. Kayıt ortamına, görüntüler ile otomatik olarak üretilen bir üst veri (metadata) gönderilir. Üst veri, davranış şekilleri, görüntü boyutu, cisimlerin rengi, tarih ve olay zamanı gibi bilgiler ile birkaç anahtar kelimeyi kapsayan bir metin dizisidir. Üst veri dosyaları çok küçüktür ve bu dosyalarda arama yapmak, dijital video dosyalarında arama yapmaktan çok daha kolaydır. Tipik olarak, bir video görüntüsünün, kayıtların saniye saniye izlenerek aranması günler hatta haftalar sürebilir fakat Internet arama motoru tarafından sağlanana benzer arama aktiviteleri ile üst veriyi aramak saniyelerle sınırlıdır.

## **4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME**

Sonuç olarak, IP tabanlı kamera güvenlik sistemleri, diğer sistemlerle kolay entegre olabilen sistemler olarak gün geçtikçe daha geniş oranda kullanılmaktadır. Görüntü içerik analizi ise büyük sistemlerin verimliliğine katkı sağlayan vazgeçilmez özellikler olarak önemini arttırmaktadır.

Geleneksel görüntü analiz sistemleri, merkezi bir yere kurulmuş endüstriyel bilgisayar üzerinde bağımsız yazılım olarak uygulanmışlardır. Bu bilgisayarlarda analiz edilecek video ağ üzerinden merkeze iletilmektedir. Bu mimarinin iki belirgin dezavantajı bulunmaktadır. Birincisi, görüntülerin yüksek çözünürlük ile iletimi sırasında bant genişliği üzerinde

hatırı sayılır bir yer kaplaması. İkincisi ise, video analizi için bilgisayar tabanlı platformların kullanımı pahalı donanım masraflarını ortaya çıkarmaktadır. Bu kısıtlamalar, yeni nesil IP tabanlı kameralar üzerinde görüntü içerik analizi algoritmaları çalıştırılarak giderilebilmektedir. VCA algoritmalarının çalıştırılabilmesi için analog kameralara bağlanan video kodlayıcıların gelişmiş işlemci gücü avantajı da kullanılabilir. Bu senaryoda video içeriği analiz edilir, “Tanımlanmış Kurallar” ile kıyaslanır ve alarmlar kamerada üretilir. Bu yaklaşım, ağ üzerindeki trafiği önemli ölçüde azaltır ve VCA yazılımının çalıştırılması için gereken bağımsız bir sunucunun ihtiyacı ve bunun maliyetini ortadan kaldırır.

“Uçta akıllı analiz” ifadesi, BT bilişim dünyasında sıradan bir söz haline gelmiştir. Bir çok önde gelen güvenlik sistemi üreticisi tarafından bu yaklaşım ön planda tutulmaktadır ve gelecekte akıllı gözetim için standart bir mimari haline gelmesi beklenmektedir.

### **KAYNAKLAR**

- [1] CCTV Products Databook 2009, Bosch Security Systems B.V, The Netherlands, January 2009.
- [2] Crisp, J., Introduction to Fiber Optics, Newnes, Second Edition, Great Britain, 2001.
- [3] Tooley, M., Winder, S., Newnes Data Communication Pocket Book, Fourth Edition, Newnes, Great Britain, 2002.
- [4] Banerjee, B., White Paper: Video Compression for CCTV, Bosch Security Systems, 2006.
- [5] White Paper: IP Network Video Compression, Bosch Security Systems, Germany, 2006.
- [6] Bovik AI, Handbook of Image and Video Procession, Academic Press, Canada, 2000.
- [7] Uhl, A., Pommer, A., Image and Video Encryption, Springer, Austria, 2005.
- [8] White Paper: Infrared (IR) for IP study, Bosch Security Systems, 2009.