



COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Akıllı Şehir Rehberlik Uygulamaları Projesi

GÖRÜNTÜ İŞLEMeye DAYALI GÜVENLİK SİSTEMLERİ

UYGULAMASI

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

Tüm hakları saklıdır. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın izni olmadan bu belgenin hiçbir kısmı elektronik ya da mekanik yollarla (fotokopi, kayıtların ya da bilgilerin arşivlenmesi, vs.) çoğaltılamaz.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

GÖRÜNTÜ İŞLEMeye DAYALI GÜVENLİK SİSTEMLERİ

REHBERLİK KILAVUZU

Bu kılavuz, akıllı şehir uygulamalarından olan “Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri” kurmak isteyen kurum ve kuruluşlara, projenin geliştirme ve uygulama aşamalarında destekleyici rehber doküman olması amacıyla hazırlanmıştır.

Kılavuzda uygulamaya yönelik bir vaka üzerinden aşamalı ve detaylı olarak açıklama yapılmıştır.

Rehberlik kılavuzu ile uygulamanın projelendirilmesine ve fizibilite çalışmalarının yapılmasına destek olunması hedeflenmektedir.

1. Uygulamanın Tanımı

Görüntü işleme temelli güvenlik sistemleri projesi, yapay zekâ ve video gözlem teknolojileri sayesinde, çoğunlukla insan kaynaklı güvenlik ihlallerini tespit ederek çevremizdeki güvenliği sağlamayı amaçlar. Bu çalışmalar, vatandaşların ve çevrenin güvenliğini korumak için gerçekleştirilir. Proje, uygulanacağı bölgede suç oranını azaltma amacı güderken, suç teşkil eden ve kamu düzenini bozan davranışları erken tespit ederek olumsuz sonuçları önceden engelleme, kalabalık ortamlarda meydana gelebilecek zararları önleme, suçluların yakalanmasını kolaylaştırma ve suçları engelleme gibi potansiyel faydalar için çalışır. Bu bağlamda, sahada çalışan donanımlar ile merkezi platform arasında çok yönlü veri alışverişi gerçekleştirerek izleme, ölçme, analiz ve kontrol süreçlerini içeren entegre bir yaklaşım benimsenir.

1.1. Projenin Adı, Uygulama Yeri ve Süresi

- Projenin adı belirlenir.
- Projenin uygulama alanı, büyüklüğü ve yapısı belirlenir.
- Proje süresi belirlenir.
- Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamındaki Proje Fişleri hazırlanır.

Örnek Vaka	
Proje Adı	Görüntü İşlemeye Dair Güvenlik Sistemleri Projesi
Uygulama Alanı	1000 Ha yerleşim alanı – 200.000 kişi

Proje Süresi	Uygulamanın tamamlanması için öngörülen süre yaklaşık olarak 14 aydır.
Akıllı Şehir Proje Fişi, Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamında hazırlanmış olup doküman www.akillisehirler.gov.tr adresinde yayınlanan Akıllı Şehir Bilgi Paylaşım Portalı'ndan erişilebilmektedir.	

1.2. Proje Teknik Bileşenleri

Görüntü İşlemeye Dair Güvenlik Sistemleri Projelerinin teknik bileşenleri aşağıdaki gibidir:

- IP tabanlı video izleme sistemleri
- Video analiz tabanlı şüpheli davranış tespiti
- Hizmet olarak video izleme sistemleri
- Görüntülerden insan davranışı tespiti
- Biyometrik tabanlı video sistemleri
- Otomatik plaka tanıma
- Araç algılama sistemi
- Yapay zekâ tabanlı obje algılama
- Plaka okuma
- Gözetimsiz paket tespiti
- Anormallik tespiti
- Yüz tanıma
- Cinsiyet tespiti
- Boy tespiti
- Ruh hali algılama
- Entegre video analiz platformu

1.3. Proje Girdileri

Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri projesinin girdileri aşağıdaki gibidir:

- Projenin gerçekleşeceği şehir, kent, mahalle, bölge, yaşam alanı planları ve haritaları
- Kameralar (Standart ve Gelişmiş Analitik uygulama içeren)
- Video Analiz Yazılımları (Görüntülerden gelen verileri işleyen ve yorumlayan yazılımlar)
- Operasyon ve İzleme Merkezi (Sunucular, Network ve İnternet iletişim altyapısı, İzleme Ekranları)
- İletişim alt yapısı
- Siber güvenlik alt yapısı

- Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri platformu
- Platformun kurulacağı (sanal) sunucu(lar), CBS alt yapısı, veri tabanı
- Kameraların kurulacağı sokak direkleri ve benzer diğer yapılar
- Kurulum ekipleri
- Kurulum ekipmanları (vinç, sepet)

1.4. Beklenen Çıktılar

Projenin hayata geçirilmesi ile birlikte; uzaktan takip edilebilen kameraları yöneten merkezi platform kurulacak, görüntü işlemeye dayalı güvenlik sistemleri platformuna bağlantılı kamera sistemleri oluşturulacak, görüntüleri uzaktan yöneten programlar ve kameralar ile izlenen/kontrol edilen kent, mahalle, bölge, yaşam alanları oluşacaktır.

Proje, uygulanacağı bölgede suç oranının düşürülmesine yardımcı olacak suç teşkil eden ve kamu düzenini bozan davranışların erken tespiti ile olası olumsuz sonuçların önüne geçilmesi, kalabalık ortamlarda oluşacak zararların önlenmesi, suçluların yakalanmasının kolaylaştırılması ya da suçun önlenmesi gibi çıktılar sağlayacaktır.

1.5. Projenin performans göstergeleri

Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri projelerinin performans göstergeleri aşağıdaki gibidir:

- Kullanılacak donanımların sayıları
- Merkezi sistem ile donanımlar arasında iletişim süresi
- Alarm görüntüleme
- Toplumsal risk teşkil edecek faaliyetlerin azalması
- İhbarların doğrulama süresinin azalması
- Şikayetlerin azalması
- Suç oranının düşmesi
- Görüntüleme sistemlerinin stabil çalışır olması, görüntü sistemlerinin arızaların analiz edilmesi
- Olası siber saldırılara karşı istikrarın korunması, karşılaşılan siber tehdit sayısının kaydedilmesi
- Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemlerinin emniyet birimleri ve diğer işletmelerle entegrasyonu.

2. Proje Kapsamı ve Gerekçe

2.1. Proje Kapsamı

Görüntü işlemeye dayalı güvenlik sistemleri projesi, çoğunlukla insan kaynaklı güvenlik ihlallerini tespit etmek ve böylece vatandaşların ve çevrenin güvenliğini sağlamak amacıyla yapılacak çalışmaları içerir. Bu bağlamda, IP tabanlı video izleme sistemleri, video analizi ile şüpheli davranışların belirlenmesi, hizmet temelli video izleme çözümleri, insan davranışlarının görüntülerden tespit edilmesi, biyometrik odaklı video sistemleri, otomatik plaka tanıma, araç algılama teknolojisi ve kalabalıkların video gözetimi gibi çeşitli teknolojiler kullanılarak güvenlik ve bilişim altyapısı oluşturulmayı amaçlar.

2.2. Proje Gerekçesi

Şehir güvenliği genellikle kameralar aracılığıyla sağlanırken, geçmişten bugüne teknolojik gelişmelerle gözlem ve önlem alınmıştır. Önceden videolar kaydedilir ve uzmanlar tarafından analiz edilirdi. Ancak bu yöntem maliyetli, sorunlu ve sürekli insan eforu gerektirirdi. Günümüzde ise kameralardaki görüntülerin anlık olarak yorumlandığı ve insana ihtiyaç duyulmayan sistemler bulunmaktadır.

Şehirlerdeki kameralarla elde edilen görüntüler, video analiz sistemleriyle değerlendirilerek güvenlik sağlanır. Artan veri hacmiyle manuel analiz zorlaşırken, yapay zekâ destekli video analizi suçla mücadele ve güvenliğin sağlanmasında çözüm sunar. Bu bağlamda, görüntü işleme teknolojileriyle entegre edilen yapay zekâ tabanlı nesne algılama, yüz tanıma, cinsiyet, boy, davranış ve ruh hali gibi özellikleri tanımlayarak plaka okuma, paket izleme gibi anormallikleri tespit edebilir. Bu sistemler kullanıldığında güvenlik odaklı bölgelere anında bildirim sağlar.

Amaçlar:

- Şüpheli ve kamu düzenini bozan davranışların tespiti için:
 - Genel yaşam alanlarında güvenliği tehlikeye atan davranışların önceden engellenmesi.
 - Video analitiği kullanarak kayıtlı görüntülerde şüpheli durumların ve kişilerin tespiti.
 - Organize terör saldırılarının video analiz sistemiyle izlenmesi.
 - Video analitiği ile potansiyel saldırılar veya suçların belirlenmesi (örneğin terk edilmiş nesne tespiti, anormal davranış tespiti, önemli objelerin yerinden hareket etmesi veya kaybolması tespiti).
- Şüpheli paketlerin tespiti:
 - Toplumun güvenliğini tehdit edebilecek paketlerin video analiz sistemiyle saptanması.
- Kalabalıklarda olası tehlikelerin tespiti:

- Kalabalık ortamlarda güvenliği olumsuz etkileyebilecek olayların erken tespiti ve olası risklerin önceden engellenmesi.
- Şüpheli araçların tespiti:
 - Otomatik plaka tanıma ve araç algılama sistemleri ile şüpheli araçların tanımlanması.
- Toplumun huzur içinde yaşamını sürdürebilmesi için vatandaşların güvenliğinin sağlanması.

Hedefler:

- Yüz, obje ve şüpheli davranış tanıma sistemleri ile genel yaşam alanlarında, parklar, bahçeler ve eğitim alanlarında suç olasılığı taşıyan davranışların önceden tespiti.
- Organize suçlarla ilgili istihbaratın sistemde toplanması ve bu bilgilerin kullanılarak olası suç teşkil eden durumların belirlenmesi (örneğin, eşkali tanınmış suçluların tespiti).
- Kamera ve plaka tanıma sistemleri ile araçların eksiksiz ve detaylı şekilde tanınması ve şüpheli ya da riskli araçların bölgeye giriş veya çıkışının önlenmesi. Ayrıca, depolanan kamera görüntüleri ile geçmişe dönük araç tespiti ve canlı olarak suçlu araçların tespiti.
- Olay sonrası güvenlik güçlerine yardımcı olacak verilerin geçmişe yönelik kamera görüntülerinden video analitiğiyle elde edilmesi.
- Objeler ve video tanıma sistemleri ile anormal davranışların ve sahipsiz çanta, kutu gibi şüpheli nesnelere tespiti ve olası sorunların önceden engellenmesi.
- Kullanılan donanım ve platformlarla suç işlemeye karşı caydırıcılık sağlanması, suçların erken aşamada önlenmesi ve müdahale edilmesi.

2.3. Mevcut Durum

Proje konusu ile ilgili dünyada mevcut durumun tespiti

- Görüntü işleme uygulamalarına yönelik dünyadaki güncel trendler incelenir.
- Bu trenlere bağlı güncel teknoloji, yazılım, otomasyon, ekipman, yapı, ürün vs. incelenir.

Proje konusu ile ilgili Türkiye’de mevcut durumun tespiti

- Türkiye’deki mevcut görüntü işleme uygulamaları incelenir.
- Proje için gerek duyulan alanlarda hizmet alınabilecek firmalar belirlenir.

Daha önce yapılan çalışmaların başarı-başarısızlık durumlarının tespiti

Daha önceden yapılan çalışmaların başarı ve başarısızlık durumlarını incelediğimizde farklı ihlalleri ölçen sistemlerin birlikte kullanılması, örneğin elektrik direklerine asılan kameralar, izleme merkezi yapılmasından daha az maliyetli ve daha az operasyon süreci içermektedir. Bu da uzun vadede projenin uygulandığı kurumun daha az yatırım yapmasına yardımcı olacaktır.

- Bu uygulamaları gerçekleştiren kurum ve firmalarla bilgi-tecrübe-fikir alışverişi yapılır.
- Başarılı süreçler arasında kıyaslama yapılarak bölge için en uygun teknoloji, yapı, ekipman, otomasyon, yöntem ve ürün belirlenir.
- Süreç içerisindeki karşılaşılan olumlu ve olumsuz durumlara dair bilgi notları hazırlanır ve bilgi havuzuna eklenir.

Literatür Araştırması

Literatür araştırması kısmı, bu projeyi uygulayacak kurum ve kuruluşlara mevcut durum hakkında bilgi vermek ve konu hakkında fikir sahibi olmalarını sağlamak amacıyla hazırlanmıştır.

Görüntü işleme temelli güvenlik sistemlerinde kameralar ve video analiz sistemlerindeki ilerlemeler arasında farklılıklar göze çarpmaktadır. Ayrıca, günümüzde bu ayrı donanım ve sistemlerin farklı platformlarla entegrasyonunun nadiren de olsa dünya genelinde başladığı görülmektedir.

Eskiden kameralardan gelen görüntüler için kullanılan yöntemde videolar kaydedilir ve uzmanlar tarafından analiz edilirdi. Bu yöntem, yüksek maliyetli, sorunlu ve aynı zamanda sürekli insan izlemesi gerektiren zorlu bir süreci içeriyordu. Ancak günümüzde kullanılan sistemlerde, görüntülerin depolanmadan anlık olarak yorumlandığı ve insan müdahalesine ihtiyaç duymayan sistemler bulunmaktadır.

İlk video kamera sistemleri 1920'lerde ve 1930'larda özellikle televizyon üretimi için geliştirildi. Öncelik film yapımındaki karmaşık çekim ve düzenleme süreçlerinden çok, canlı olayların ve şovların yayınına olanak tanımaktı. Bu sayede eğlence sektörü, teknoloji ilerlemesine destek verdi. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, video kamera kullanımı eğlence amacının ötesine geçti. Sonrasında, kameralardan gelen sinyalin sadece birkaç monitöre yayılmasını sağlayan kapalı devre sistemleri geliştirildi. Bu durum, kapalı devre televizyon (CCTV) sistemlerinin doğmasına yol açtı.

İlk video izleme sistemi ise Nazi Almanyası'nda 1942'de uzun menzilli güdümlü balistik füzelerin fırlatılışını gözlemlemek amacıyla kuruldu [1].



Şekil 1. Cape Canaveral Hava Kuvvetleri tarafından ilk roket fırlatılışı [1]

İzleme ve yorumlama amacıyla kullanılan sistemler, emniyet güçlerinin suçları tespit etmek ya da engellemek amacıyla kullanma isteğiyle başlamıştır. Örneğin, Otomatik Plaka Tanıma sistemleri 1976'da İngiltere'de Polis Bilimsel Geliştirme Şubesi (The Police Scientific Development Branch (PSDB) of the UK Home Office) tarafından icat edilmiştir. Görüntü işlem temelli sistemlerin keşfi ve varlığı, bu yüzyıla ait olaylarla ilişkilendirilebilir.

Ülkemizde de farklı alanlarda güvenlik için kamera tabanlı çalışmalar yürütülmektedir. Ancak maalesef bu çalışmalar sınırlı bölgelerde ve genellikle sürekliliği olmadan gerçekleştirilmektedir. Örneğin, bir ilde kameralarla izleme yalnızca belirli bir bölgeyle sınırlıdır. Oysa tam güvenliğin sağlanması için il genelinde ve birbiriyle entegre edilecek şekilde yapılan çalışmalarla güvenliğin sağlanmasında önemli ilerlemeler kaydedilebilir.

Türkiye'de özellikle trafik denetimi amacıyla Elektronik Denetleme Sistemleri (EDS) ve halkın refahı ile suçların tespiti ve engellenmesi amacıyla Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu A.Ş. (MOBESE) kameraları kullanılmaktadır. EDS, çeşitli sensörlerle desteklenerek anlık ihlalleri tespit eder ve görüntü alımı gerçekleştirir. MOBESE ise suç unsuru bulunduğu geriye dönük kayıtların takibi veya izlenen ana meydan ile yüksek öncelikli noktalarda anlık müdahale için kullanılır.

Ülkemizde, 2017 yılında Gümrük ve Ticaret Bakanlığı'nın belirlediği koşullara göre, hem alışveriş merkezlerinde (AVM) hem de sınırlarda plaka tanıma sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. AVM'lerde kurulan plaka tanıma sistemleri, şüpheli ve aranan araç plakalarının tespiti ve bildiri için kullanılırken,

sınırlarda kullanılan plaka tanıma sistemleri ülke güvenliğinin artırılması ve kaçakçılıkla mücadelede etkili bir araç olarak kullanılmaktadır.

Önceki çalışmaların başarılı ve başarısız örneklerini incelediğimizde, farklı ihlalleri ölçen sistemlerin birlikte kullanılmasının, örneğin elektrik direklerine asılan kameraların izleme merkezlerine kıyasla daha ekonomik ve operasyonel süreçlerin daha etkin yürütüldüğü bir seçenek olduğu gözlemlenmektedir. Bu yaklaşım, projenin uygulandığı kurumun uzun vadede daha az yatırım yapmasına katkı sağlayabilir.

Dünya genelindeki akıllı şehir projelerine bakıldığında, hem kamu hem de özel sektörün bu projeleri benimsediği ve vatandaşlara doğru bilgi aktarımıyla farkındalık oluşturarak sürecin içine çekildiği görülmektedir. Bu şekilde belirlenen amaçların gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir. Ülkemizde de bu tür paydaş iş birliklerinin uzun vadede başarılı sonuçlar doğurabileceği öngörülmektedir.

Projelerde yeterli bilgi ve deneyime sahip, uygun şekilde seçilmiş ekiplerle çalışmanın, projenin başarısında kritik bir rol oynadığı bilinmektedir. Başarısız projelerde etkili faktörlerden biri de süreçlerin ve karar mekanizmalarının gereğinden uzun olması, bu esnada teknolojideki gelişmeler nedeniyle seçilen teknolojilerin hızla eskimesi ve daha yeni teknolojilerin göz ardı edilmesidir. Bu sebeple, altyapı seçiminde esnek bir mimari yapının benimsenmesi ve farklı donanım ve sistemlerin entegrasyonuna olanak tanıyan bir yaklaşım öncelik kazanmalıdır. Aynı zamanda projede farklı sistemlerin entegre çalışması sayesinde birden fazla tehdit tespiti tek bir platform üzerinden gerçekleştirilebilir. Bu strateji, daha yönetilebilir ve başarılı projelerin oluşturulmasına olanak sağlayacaktır.

Şehirlerde kameralar aracılığıyla izlemeler gerçekleştirilmekte ve kullanılan video analiz sistemleri sayesinde elde edilen görüntülerin yorumlanmasıyla güvenlik sağlanmaktadır. Kameralardan gelen verileri işleyen ve yorumlayan video analiz sistemleri, yapay zekâ tabanlı nesne algılama ile birleştirilerek yüzleri, cinsiyetleri, boyutları, davranışları ve hatta ruh hallerini algılayabilir, ayrıca plakaları okuma ve gözetimsiz paketler gibi anormallikleri veya olası tehditleri tanımlayabilir. Bu sayede bu sistemlerin kullanıldığı alanlarda güvenliği artırmak için ilgili yerlere otomatik bildirimler gönderilmektedir [3].

Sektör analisti IHS Markit'in raporuna göre, 2021'in sonunda izleme amaçlı kullanılan kamera sayısı 1 milyarın üzerine çıkacak. Bu miktar, şu an kullanılan sayının yaklaşık %30 daha fazlasına denk gelmektedir [3].

Kameralardan gelen verilerin artmasıyla, görüntülerin ve videoların manuel olarak incelenmesi ve analiz edilmesiyle şüpheli davranışların ve suçların görsel olarak takip edilmesi zorlaşmaktadır. Bu

zorluğun üstesinden gelmek amacıyla suçla mücadele ve güvenliğin sağlanması için yapay zekâ tabanlı video analizi aktif bir şekilde kullanılmaktadır.

Projenin bağlantılı olduğu başlıca alanlar şunlardır:

- Akıllı Şehir
- Video Analiz Tabanlı Şüpheli Davranış Tespiti Sistemleri
- Obje Tespit Sistemleri
- Biyometrik Tabanlı Video Sistemleri
- IP Tabanlı Video İzleme Sistemleri
- Yazılım
- Donanım
- Coğrafi Bilgi Sistemleri
- Video Yönetim Sistemi
- Video Analiz Sistemleri
- Otomasyon Sistemleri
- Otomatik Plaka Tanıma Sistemleri
- Araç Algılama Sistemleri

2.4. İhtiyaç Analizi

Projeye duyulan ihtiyacı ortaya koyan verilerin incelenmesi

Geliştirilecek teknolojiye yönelik kullanıcı;

- Yasa ve protokol ihlallerinin olduğu bir bölgede güvenlik güçlerinin bulunmasına,
- Belirli bölge ve alanlarda güvenli hissetmek amacı ile izlenmenin sağlanmasına,
- Yasal sebeplerle kanıt niteliği taşıması amacıyla görüntüleme yapılmasına,
- Operasyonel veya iyileştirme amaçlı sebeplerle görüntüleme yapılmasına,
- Caydırıcılık amacıyla ve farklı birçok nedenle görüntüleme yapılmasına ihtiyaç duyabilmektedir.

Bu nedenle,

- Şehir sakinlerinin görüntüleme sistemlerine olan ihtiyacının analiz edilmesi,
- Görüntülerin kaydı, depolanması ve analizine yönelik çalışan birimlerin bu amaçlarla duydukları ihtiyaçların analizi
- Görüntüleme ve görüntü işleme teknolojilerinin ihtiyaçları nasıl giderebileceğinin analizinin yapılması önerilmektedir.

Proje ile ilgili beklentiler ve paydaşlara sağlanan faydalar ile çözüm getirilen problem ve sıkıntıların tespiti

Dünyada yaşayan nüfusun artması ve oluşan güvenlik ihtiyaçlarıyla kameralarla izleme sistemleri kullanımı artış göstermektedir. Ancak bu kameralardan gelen verileri izlemek ve analiz etmek için de profesyonel ve kesintisiz bir hizmete ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri emniyet güçlerinin ve özel güvenlik birimlerinin güvenliği sağlamalarına yardımcı olmakta, işlerini kolaylaştırmaktadır.

- Projenin, tedarik sürecindeki aracı kurumlardan kaynaklanan fiyat değişimine etkisinin analiz edilmesi
- Görüntü işleme teknolojilerinin yaygın kullanımı için gereksinimlerin belirlenmesi
- Görüntü işleme teknolojilerinin uygulanacağı bölgelerde yaşanacak uygulama zorluklarının belirlenmesi

Projenin başarılı olmasını sağlayacak güçlü yönlerin ve başarısızlığa neden olabilecek zayıf yönlerin tespiti

- Güçlü Yönler
 - Artan nüfusun güvenliğinin sağlanmasına yönelik güvenlik güçlerinin işlerini kolaylaştırması
 - Görüntüleme ihtiyacına yönelik bütüncül bir çözüm sağlaması
- Zayıf Yönler
 - Kullanıldıkları alanların fiziksel özellikleri (park, bahçe vb. alanların engebeli, görüntülenmesi zor olabilmesi), başarıya etki edebilmektedir

2.5. Talep Analizi

Proje ile üretilecek ürünlere ve/veya sunulacak hizmetlere yönelik mevcut talebin tespiti

- Nüfus, tüketim alışkanlıkları, tarım arazilerine uzaklık dikkate alınarak talep miktarları belirlenir.

Talebin gelecekteki gelişim potansiyeli ve talep için gelecek öngörülerin tespiti

- Geleceğe yönelik nüfus, ekonomi ve teknoloji öngörülerini dikkate alınarak hesaplamalar yapılır

Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri, teknolojik çözümlerle eski sistemlere ve insan gözlemine kıyasla daha düzenli ve sürdürülebilir bir yaklaşım sunmaktadır. Bu durum, sürecin sonunda insan faktörünün yine de dahil edilmesine rağmen, izleme, tespit ve bildirim aşamalarında teknolojiden

yararlanmanın, yaşam alanlarının sağlıklı, güvenli ve huzurlu devamlılığına katkı sağlayarak ülke ekonomisine olumlu etkiler sunma fırsatını ortaya koymaktadır.

Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri, birbiriyle bütünleşen platformlar aracılığıyla kapsamlı bir akıllı şehir yaklaşımının hayata geçirilmesine olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri altyapısına entegre edilen sensörler, akıllı aydınlatma donanımları ve diğer teknolojiler sayesinde çeşitli yeni uygulamalar (örneğin, şehir içi akıllı aydınlatma sistemleri, akıllı park yönetimi, akıllı tarım, güvenlik ve yoğunluk kameraları gibi) etkili bir şekilde gerçekleştirilebilir.

3. Teknik Analiz ve Alternatif Teknolojilerin Değerlendirilmesi

Fiziki/Mekânsal Büyüklük

- Fiziki/mekânsal büyüklük projenin gerçekleşeceği şehir, kent, mahalle, bölge, yaşam alanına bağlıdır.
- Proje alanında yaklaşık olarak ne kadar adet kamera ile güvenli alan oluşturulması gerektiği projenin başında yapılacak kapsamlı ve detaylı bir analiz ile belirlenmelidir. Bu çalışmanın da özellikle projenin tüm paydaşları ile birlikte yapılması önerilmektedir.

Kapasitenin Belirlenmesi

- Kamera sayısı ile birlikte kullanılacak olan kameraların çözünürlüklerinin belirlenmesi,
- Kullanılacak sıkıştırma yöntemine bağlı olarak görüntüyü taşıyacak altyapının gereksinimlerinin belirlenmesi
- Veri depolama ihtiyacına yönelik depolama alanı ihtiyacının tespit edilmesi
- Verinin istenen zamanda işlenebilmesi amacıyla veriyi işleyecek bilgisayarların sayı ve gereksinimlerinin belirlenmesi

Yapısal Proje Gereksinimleri

- Operasyon ve İzleme Merkezi'nin projelendirilmesi,
- Operasyon ve İzleme Merkezi kapsamında ihtiyaç duyulacak donanımlar için gerekli olan yapının projelendirilmesi.
- İletişim altyapısının projelendirilmesi
- Siber güvenlik altyapısının projelendirilmesi
- Kamera kullanımının projelendirilmesi

Yazılım ve Donanım Gereksinimleri

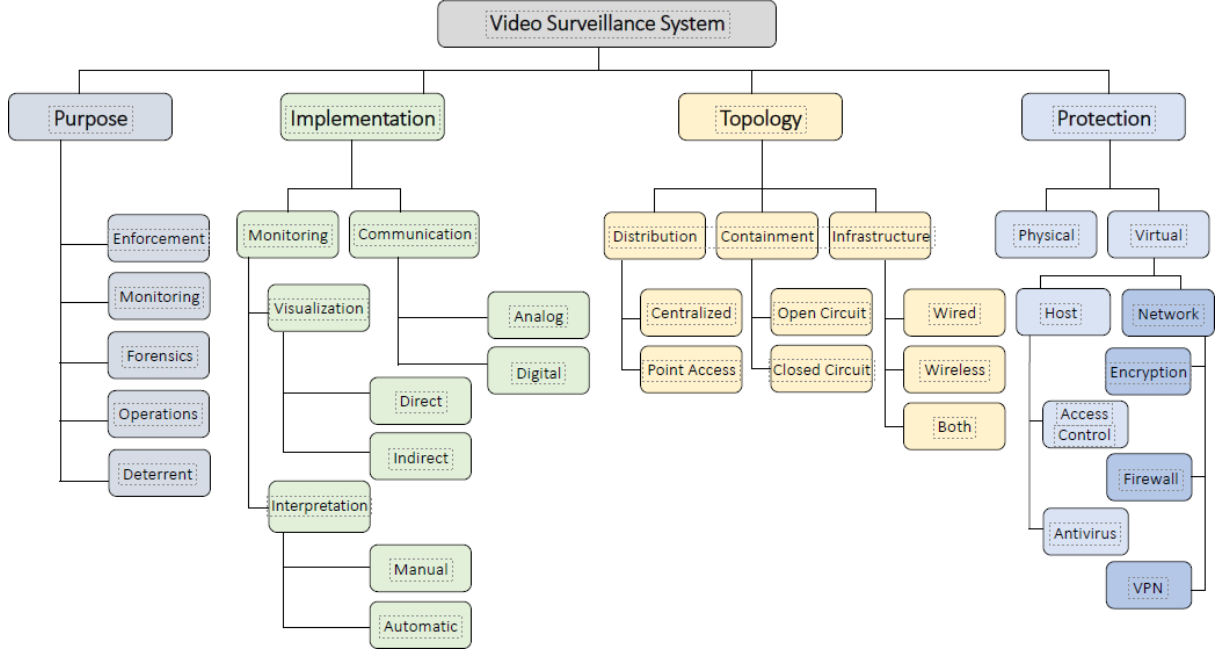
- Kameralar (Standart ve Gelişmiş Analitik uygulama içeren)

- Video Analiz Yazılımları (Görüntülerden gelen verileri işleyen ve yorumlayan yazılımlar)
- Operasyon ve İzleme Merkezi (Sunucular, Network ve İnternet iletişim altyapısı, İzleme Ekranları)
- İletişim alt yapısı
- Siber güvenlik alt yapısı
- Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri platformu
- Platformun kurulacağı (sanal) sunucu(lar), CBS alt yapısı, veri tabanı
- Kameraların kurulacağı sokak direkleri ve benzer diğer yapılar
- Kurulum ekipmanları (vinç, sepet)

Alternatif teknolojiler nelerdir? Karşılaştırma yapınız.

Günümüzde görüntüleme amacıyla IP kameralar ve CCTV kameralar kullanılmaktadır. IP kameraların, geleneksel IP tabanlı olmayan CCTV kameraların aksine daha iyi çözünürlük ve daha iyi kalite görüntüsü ile izleme yapılmasını sağladığı bilinmektedir. IP Kamera ve CCTV ile ilgili diğer özellikler aşağıda sıralanmaktadır:

- Esneklik: IP kameralar genellikle geleneksel bir DVR yerine NVR (ağ video kaydedici) kullanarak dijital içeriği depolayan ve gizli kameralarla birleştirilerek kör noktaları engelleyebilen cihazlar olarak işlev görmektedir.
- Yayın Yapmak: Analog CCTV kameralardan ayrılan IP kameralar, video görüntülerini LAN (yerel ağ) üzerinden dijital veri akışı olarak veya İnternet protokolü aracılığıyla bir NVR'a yayınlamaktadır. IP kameraların NVR ile aynı ağa bağlanması gerekmektedir ve Power over Ethernet (PoE) sayesinde enerji ihtiyacını İnternet bağlantı kablosu üzerinden karşılar. Bu sayede güç kablosu gereksinimini ortadan kaldırır. Öte yandan, CCTV kameraları video sinyalini koaksiyel kablolarla DVR'ye ileterek sinyalin işlenmesi için DVR'a aktarılmasını gerektirir.
- Ölçeklendirme: CCTV sistemindeki kameraların tek bir yerde toplanması gerekmekte ve kameraların çalışabilmesi için baz istasyonu veya DVR ile doğrudan bağlantı gerekmektedir. Bu nedenle, CCTV sisteminin genişletilmesi maliyetli bir süreç olabilir. Ayrıca, bir DVR yalnızca sınırlı sayıda kamerayı barındırabilir, bu da genişlemeyi zorlaştırır. Öte yandan IP kameralar, herhangi bir büyük maliyet olmadan ağa ek depolama gerektiren neredeyse her sayıda kamerayı ekleyebilme esnekliği sunar [4].



Şekil 2. IP Tabanlı Video İzleme Sistemlerine genel bakış

Bir video izleme sistemi, kullanıcının ihtiyaçlarına bağlı olarak çeşitli amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır. Bu amaçlar şunlarla sınırlı değildir:

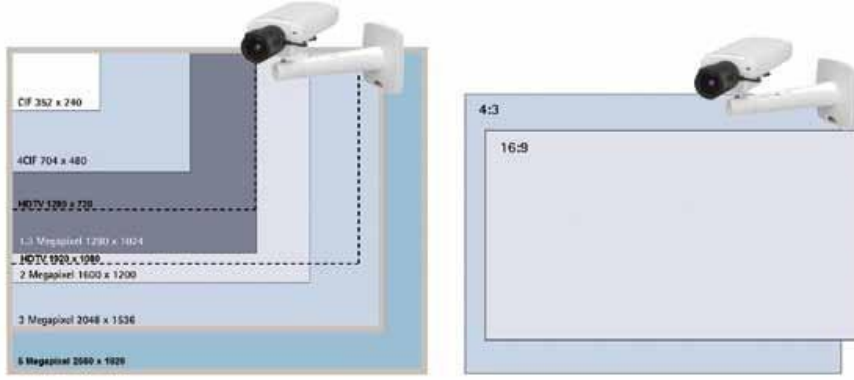
- **Yükümlülük (Enforcement):** Kullanıcının tercihine bağlı olarak, yasa veya protokol ihlallerinin olduğu bir bölgeye güvenlik güçleri veya polis yönlendirebilir. Bu tür bir kullanım, hükümetler, ulaşım hizmetleri, mağazalar ve iş yerleri gibi alanlarda yaygın bir şekilde görülmektedir.
- **İzleme (Monitoring):** Kullanıcı, belirli bir konumda olan olaylar hakkında genel bir görüşe sahip olmak veya güvenlik duygusu kazanmak isteyebilir. Bu bağlamda ev, bebek veya evcil hayvan izlemesi gibi genel amaçlar için kullanım örnek verilebilir.
- **Yasal (Forensics):** Video izleme sistemi, kullanıcıya kanıt sunma veya bir kişinin izini sürme imkânı sağlayabilir. Hukuki süreçlerde kullanılmak üzere kayıtların saklanması bu kapsamda önem taşır.
- **Operasyonlar (Operations):** Kullanıcı, iş yerindeki olayları genel olarak gözlemleyerek operasyonları iyileştirmeyi amaçlayabilir. Bu, işletmelerde çalışanların daha verimli bir şekilde yönlendirilmesi veya yönetilmesi amacıyla kullanılabilir gibi, iş süreçlerinin daha etkili şekilde yönetilmesine de yardımcı olabilir.
- **Caydırıcılık (Deterrent):** Sistem, görsel varlığıyla potansiyel suçluları veya izinsiz girenleri caydırmak amacıyla kullanıcı tarafından tercih edilebilir.
- **Uygulama (Implementation):** Video görüntülerinin toplanması ve yorumlanması için farklı yöntemler kullanılabilir. Bu süreç, izleme ve iletişim olmak üzere iki ana kategoride ele alınabilir:

- İzleme (Monitoring): Bu kavram, video akışlarının görselleştirilmesi ve içeriğin yorumlanmasıyla ilgilidir. Görselleştirme, doğrudan kullanıcıya doğru bir kapalı devre izleme istasyonu aracılığıyla veya uzaktan erişimli bir dijital video kaydedici (DVR) vasıtasıyla veya bulut tabanlı bir platformda sağlanabilir. İçeriğin yorumlanması ise, içeriği manuel olarak inceleyen bir insan veya otomatik olarak gerçekleştirilen hareket algılama, nesne izleme, görüntü tanıma, yüz algılama ve olay tespiti gibi gelişmiş uygulamalar aracılığıyla yapılabilir.
- İletişim (Communication): Bu, sistemin video akışlarını taşıyan iletişim araçlarını ifade eder. Analog yöntemlerde, video sinyali analog olarak DVR'a iletilir ve daha sonra internete bağlanır. Dijital yöntemlerde ise video işlenir, sıkıştırılır ve IPv4 ve IPv6 ağ protokolleri aracılığıyla bir ağ video kaydediciye (NVR) bir paket akışı olarak iletilir. Bu bağlamda, video akışının H.264 codec bileşeni kullanılarak sıkıştırılması ve gerçek zamanlı iletim için UDP üzerinden RTP protokolünün kullanılması yaygın bir yaklaşımdır.
- Topoloji (Topology): IP tabanlı bir gözetim sisteminin topolojisi, sistem içindeki bileşenlerin dağılımı, kapsamı ve altyapısını belirlemektedir. Dağıtım, kameraların coğrafi konumu ve fiziksel yerleşimleriyle ilgilidir; yani kameraların global ölçekte dağıtılmış mı yoksa belirli bir bölge içinde mi bulunduğunu ifade eder. Kapsama, sistemin internete bağlı mı yoksa izole bir ağda mı çalıştığını belirler ve erişim kontrol mekanizmalarıyla kimlik doğrulaması gerektirir. Son olarak, altyapı, sistem bileşenlerinin birbiriyle nasıl bağlandığını ifade eder, bu da kablosuz veya kablolu gibi farklı bağlantı yöntemlerini içerebilir.
- Koruma (Protection): Gözetim sisteminin korunması, sistem içindeki varlıkların ve hizmetlerin hem fiziksel hem de siber tehditlere karşı nasıl güvence altına alındığını ifade eder. Fiziksel koruma, kameraların ve diğer cihazların fiziksel erişime karşı korunmasını içerir; aksi takdirde kötü niyetli kişiler fiziksel zarar verebilir veya sistem bileşenlerine müdahale edebilir. Sanal koruma ise, sunucuların ve ağın siber saldırılara karşı nasıl korunduğunu anlatır. Bu, güvenlik yazılımları, güvenlik duvarları ve diğer siber güvenlik önlemleriyle sağlanabilir.
 - Ana Kameralar, DVR'ler ve diğer cihazlar, uygun erişim kontrolü ve kimlik doğrulama mekanizmaları kullanılarak korunmalıdır. Ancak, herhangi bir bilgisayar gibi, bu cihazlar da yazılım veya donanım açıklarına karşı hassas olabilir ve güvenlik riski taşıyabilir. Sunucuların siber saldırılara karşı korunması, siber güvenlik yazılımları veya diğer teknik önlemleri gerektirebilir.
 - Ağ (Network): Sistem bileşenlerine erişim, topolojiye bağlı olarak, bir DVR veya İnternet ağ geçidi üzerinden veya doğrudan İnternet üzerinden sağlanabilir. Kullanıcılar, ağı şifreleme, güvenlik duvarları ve sanal özel ağ (VPN) gibi tekniklerle

koruyarak cihazların ve sistemlerin güvenliğini sağlayabilirler. Bu, verilerin güvenli iletimini ve erişimi sağlamak için önemlidir [5].

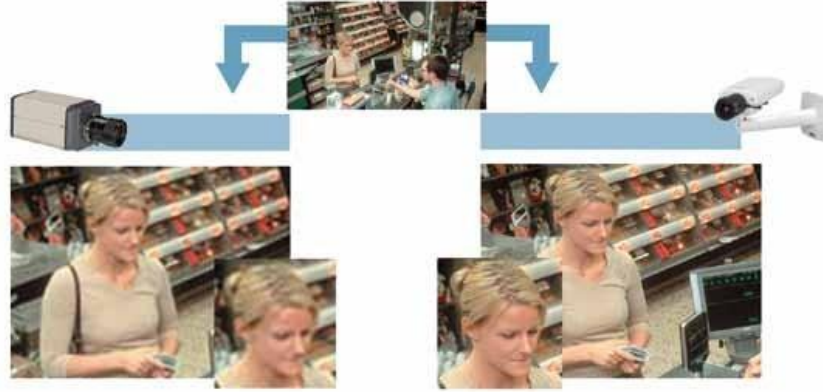
Teknolojinin mevcut durumunda, IP tabanlı video kullanımı tercih edilen bir yaklaşımdır. Bu tercihin altında yatan nedenler aşağıda açıklanmaktadır:

- Yüksek Çözünürlük: IP tabanlı kameralar, analog kameraların sınırlı çözünürlüğüne tabi değildir. Aşağıdaki grafikte çözünürlük karşılaştırmaları ve görüntü oranları sunulmuştur. IP tabanlı kameralar, farklı görüntü oranlarına sahip olma seçeneği sunar. Bu sayede geniş alanların daha ayrıntılı bir şekilde görüntülenmesi sağlanabilir.



Şekil 3. Kamera açısını ölçeklendirme örneği

Yüksek çözünürlüklü bir kamera ile görmek istediğinizi seçebilirsiniz; örneğin, bir dükkânda geniş kapsamayı seçebilirsiniz veya bir yüzü son derece detaylı bir şekilde görüntüleyebilirsiniz.



Şekil 4. Yüksek çözünürlüklü bir kamera ile detaylı görüntü alma

- Kolay Kurulum: IP kameralar, mevcut veri ağına kolaylıkla entegre edilirler. Her kamera için ayrı bir kablo enerji, video görüntüsü ve veri iletimini destekler, böylece kurulum sürecini minimal çaba ile basit hale getirir. Hareket algılama özelliği sayesinde, bir görüntüde hareket tespit edildiğinde kamera otomatik olarak kayıt yapmaya başlar. Dahili bir manipülasyon alarmı, kameranın işlevselliğinin bozulduğu anlarda operatörü uyarır. Ayrıca, çizgi geçme tespiti gibi

faydalı bir uygulama da bulunur; bu uygulama hareket eden nesnelerin sanal bir çizgiyi geçmesini tespit eder ve bir olay anında kamerayı otomatik olarak etkinleştirir.

- IP Kamera Gerçek Dijital: Analog video beslemeleriyle karşılaştırıldığında, IP kameralardan gelen görüntü kalitesi uzun mesafeler boyunca iletirse veya farklı formatlara dönüştürülse bile düşmez. Bir IP kamera, çoklu lokasyonlarda aynı anda birden fazla akışı destekleyebilir, görüntüleme veya depolama amaçlarıyla.
- IP Kamera İstihbaratı: IP kameralar sadece video beslemesi sağlamakla kalmaz, aynı zamanda ileri düzey istihbarat yazılımı sayesinde çeşitli görevleri yerine getirebilirler. Bu yazılım, operatörlerin üzerindeki yükü azaltır, önemli verinin dağıtımını yapar ve takip etme verimliliğini artırarak çok sayıda görevi gerçekleştirebilir.



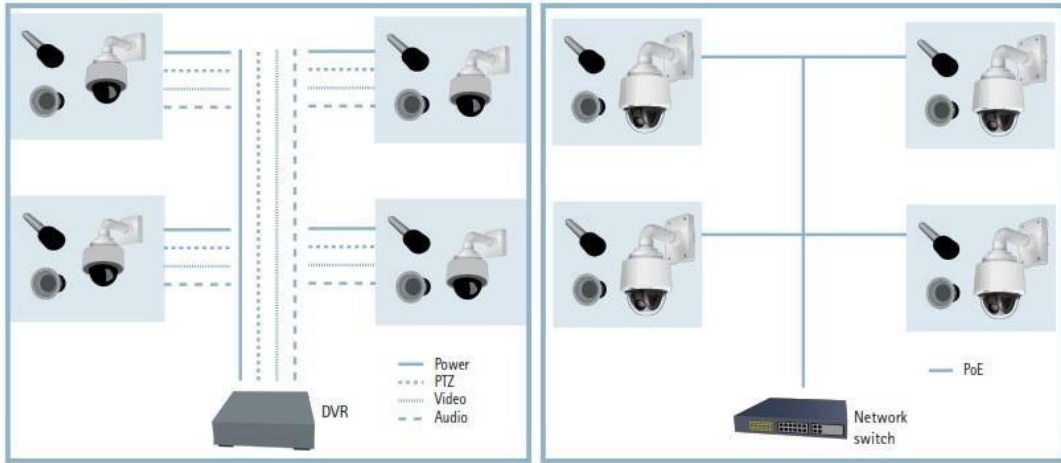
Şekil 5. Geniş açıda görüntü yakalayıp araç kontrolü sağlama özelliği



Şekil 6. Kameralar ile belirli bir alana odaklanma

- Tam Entegrasyon: IP kameralar, güç, video, ses, PTZ kontrolü ve I/O işlevlerini tek bir kablo içinde entegre ederek tam bir entegrasyon sağlar. Bu yaklaşım, maliyet tasarrufu, artan

işlevsellik ve daha fazla entegrasyon potansiyeli anlamına gelir. Örneğin, analog bir PTZ kamera kullanırken pan, tilt ve zoom işlevleri için ayrı kablolar gerekebilir. Eğer ses eklemek isterseniz, başka bir kablo daha gerekebilir. Bu durum, maliyetli ve esnek olmayan bir kamera altyapısına yol açabilir. Ancak IP kameralar daha az kablo gerektirirken, aynı zamanda geniş entegrasyon seçenekleri sunar. Kameranın üzerindeki giriş ve çıkış portları sayesinde, bir operatörün gözetimiyle veya olmadan giriş kontrolü sağlanabilir. Dahili iki yönlü ses özelliği ile bir operatör, kameranın önündeki bir kişiyle sözlü iletişim kurabilir. Aynı zamanda kamera, ses tespiti, kayıt veya alarm başlatma gibi işlemler için de kullanılabilir.



Şekil 7. DVR ve network switch çalışma prensibi farkları

- Dahili Yönetim ve Güvenlik Özellikleri: IP kameralar, çok katmanlı kullanıcı erişim kontrolü sunmanın yanı sıra video besleme şifrelemesi sağlarlar. Bu, sistemde hangi kullanıcının neyi görüntüleyebileceğini tamamen kontrol edebilme yeteneği anlamına gelir ve videonuz üçüncü taraflı manipülasyonlardan korunur.
- Yüksek Kalitede Hareket Yakalama: IP kameralar ile görüntü geçişlerinde kesinti olmaz. Gelişmiş tarama teknikleri kullanılarak her seferinde tüm görüntü yakalanır, bu da olağanüstü görüntü kalitesine yol açar. IP kameralar, her geçişte bütün görüntüyü tarayan gelişmiş tarama teknolojisi kullanırlar.



Şekil 8. Kameralarla alınan görüntüyü netleştirme

- Ölçeklendirme Esnekliği: IP-tabanlı kamera izleme sistemi, gerektiğinde kolayca ölçeklendirilebilir. Kablolama gereksinimi, analog sistemlere kıyasla daha az karmaşıktır ve tescilli teknolojiye bağımlılık yerine açık standartlara dayanır.
- Toplam Maliyeti Azaltma: IP-tabanlı sistem, analog sistemlere göre daha düşük bir toplam maliyete sahiptir. Analog kameraların satın alım maliyeti düşük olabilir, ancak işçilik ücretleri ve pahalı DVR ekipmanı gibi faktörler, ölçeklendirildiğinde IP kameraların ekonomik tercih olmasını sağlar.
- Yeni Olanaklar: IP kameralar kolayca güncellenebilir ve sistem devamlılığı, genel kamera düzeyinde sağlanır. IP kameralar, SD/SDHC kartlar veya NAS ile etkili ve ekonomik yerel depolama ve sistem yedeklemesi sunarak yeni imkanlar sunar [6].

Anormal davranış, insanlar veya çevrelerindeki nesnelere arasındaki alışılmadık etkileşimleri ifade eder. Anormal davranış algılama, normal davranış modelleme yaklaşımına dayanır ve modelin tanımlayamadığı her şey anormal olarak kabul edilir.

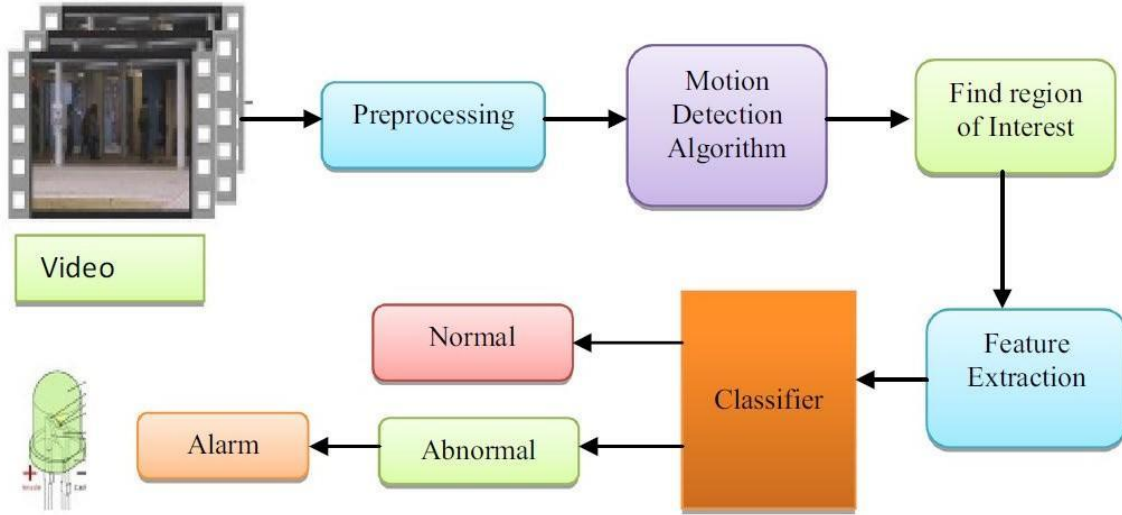
Anormal Davranış Tespit Sistemleri, şüpheli davranış tespit sistemlerinin öncüsü ve temelidir. Anormal davranış algılama uygulamaları arasında anormal hareketler ve anormal kalabalık davranışları bulunmaktadır. Ancak sokakta küçük bir grup toplanması veya birini beklemek gibi bazı davranışlar şüpheli olmaksızın alışılmadık veya anormal olabilir [7].

Video Analizi Tabanlı Şüpheli Davranış İzleme, ilginç kalıpları ve anormal davranışları tespit etmeyi ve sınıflandırmayı amaçlar. Aşağıdaki şekilde, üstte yer alan görüntüler normal davranışları gösterirken, alttaki görüntüler anormal davranışları gösterir. Bu teknoloji, güvenlik ve izleme sistemlerinde kullanılarak olayların daha iyi anlaşılmasına yardımcı olur.



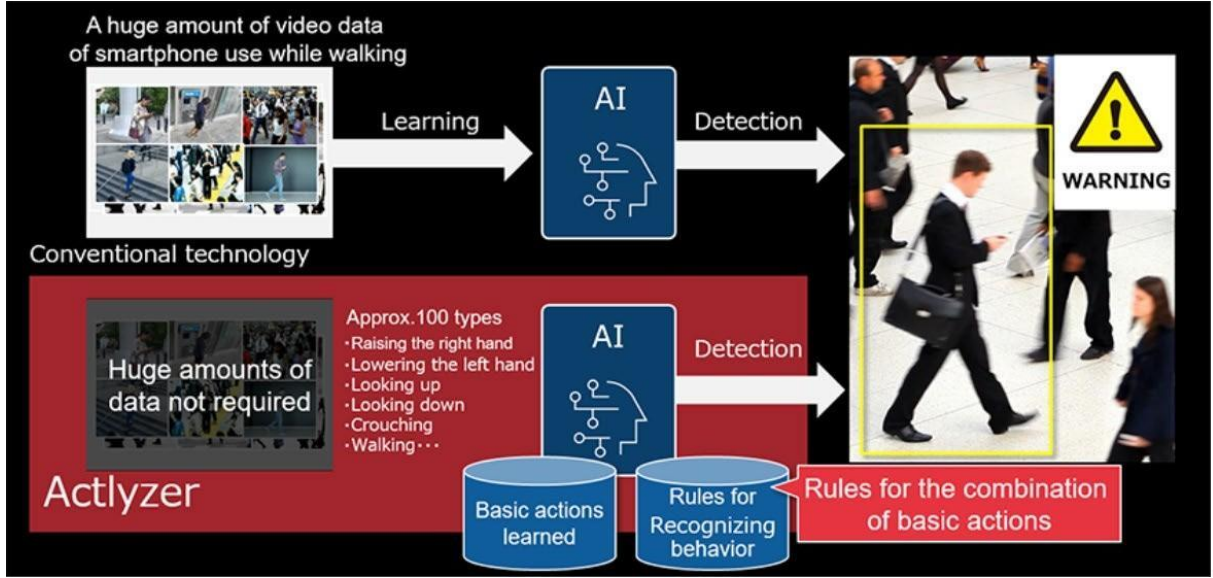
Şekil 9. Şüpheli görülebilecek grup aktiviteleri algılama sistemi

Görüntülerde anormal davranışı ya da olayı bulmak için geliştirilen metodoloji aşağıda gösterilmektedir [8]:



Şekil 10. Görüntülerin alarm oluşturma sisteminin işleyişi

Görüntülerden elde edilen verileri hızla değerlendiren yapay zekâ, kullanılan teknoloji ile yüzlerce farklı hareket türünü önceden temel eylemler olarak öğrenebilir. Bu temel eylemler, basit yürüme ve durma gibi hareketlerden, daha karmaşık baş döndürme veya el kaldırma gibi eylemlere kadar geniş bir yelpazeyi kapsar. Derin öğrenme yöntemiyle, bu temel eylemler ortalama yüzde 90 veya daha fazla doğrulukla tanınabilir. Bu sayede yapay zekâ, karmaşık görüntü verilerini anlamada etkili bir araç olarak kullanılır.



Şekil 11. Tehlikeli ya da şüpheli hareket algılama sisteminin detayları

Yapay zekâ aracılığıyla kameralardan alınan görüntüler, kısa sürede incelenip yorumlanabilmektedir [9].

Anormal davranışların tespit edilmesinin yanı sıra, fazla kalabalık oluşumunu analiz eden sistemler geliştirilmiştir. Örneğin, bir alışveriş merkezinde normalde belirlenen ortalama kişi sayısının üzerine çıkılması veya benzer zaman aralıklarından sapma durumunda sistem otomatik bildirim gönderir. Bu, olası tehditlerin engellenmesine yardımcı olur.

Teknolojideki ilerlemeler video analiz sistemlerini etkiler. Kamerada doğrudan gerçekleştirilen video analizi, verinin merkeze iletilmesine gerek kalmadan görüntülerin yorumlanmasını sağlar. Ayrıca birden fazla kameranın bağlı olduğu ağ yapıları da kullanılmaktadır. Video analizi için depolama alanına ihtiyaç vardır. Örneğin, yüksek çözünürlüklü görüntülerin saklanması için belirli bir depolama alanına ihtiyaç duyulur [10].

Güvenlik sektörü liderleri, durumsal farkındalığın önemine vurgu yaparak video analiz sistemlerini geliştirerek hem bilinen hem de bilinmeyen olayları tespit etmeyi amaçlar.



Şekil 12. Görüntü işlemeyle dayalı güvenlik sistemlerinin kamera özellikleri

Bilinmeyen durumlarda geniş kapsamlı ve az spesifik incelemeler yapılırken, bilinen durumlarda ise daha spesifik ve dar kapsamlı incelemeler gerçekleştirilir. Bu sistem, anormallikleri tespit etmek için derin makine öğrenme kullanır ve standart kullanımın aksine, normal ve anormal olayları ayırt etmek için öğrenme yeteneğine sahiptir.

Sensörler, yaklaşık 30 metre mesafeden gizli patlayıcılar, saldırı silahları ve büyük bıçaklar taşıyan insanları tanımlayabilir. Bu, güvenliği tehdit eden ihlallerin saldırı veya tehdit öncesi tespit edilerek önlem alınmasını sağlar [11].



Şekil 13. Şüpheli birey/eşya algılama

Uzaktan gizli tehditlerin tespiti amacıyla kullanılan sensörler, zararsız radyo frekansı sinyalleri, video analiz sistemleri ve yapay zekâ yöntemleriyle işlemektedir. Bu sensörler, kapalı devre televizyon (CCTV) kameralarla entegre bir biçimde çalışarak, tarama süreci esnasında insanların aktivitelerini izlemektedir. Bu sistem, potansiyel tehlikeleri önceden tespit ederek, ilgili bölgelere video ve konum bilgileri içeren bildirimler iletmekte ve olumsuz durumların engellenmesine katkı sağlamaktadır.

Ayrıca, bireyin onayıyla kullanılan 360 derece tarayıcı sensörler, güvenlik ihlallerini engellemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu sensörler, etraflarındaki alanı geniş bir perspektiften tarayarak, güvenlik tehditlerine karşı önleyici bir yaklaşım sunmaktadır [12].



Şekil 14. Görüntüleme sistemleri sayesinde havaalanları, AVM'ler gibi alanlarda güvenlik ihlaline sebep olabilecek durumlar engellenmektedir.

Farklı tarama teknikleri, sektördeki özel nitelikleri ile önemli bir yer edinmektedir. Örneğin, aşağıda sunulan görsellerde görülebileceği gibi, tarama yöntemi pozlama süresindeki hızıyla bireyin şekil değiştirmeden taranmasına olanak tanımaktadır. Bu sistemde hareketli parçaların bulunmaması, düşük arıza ve bakım maliyetiyle sonuçlanmaktadır. Bu tarama tekniğinde, kişinin tam bir dönüş yapması veya ellerini yukarı kaldırması gereksinimi ortadan kaldırılmıştır [13].



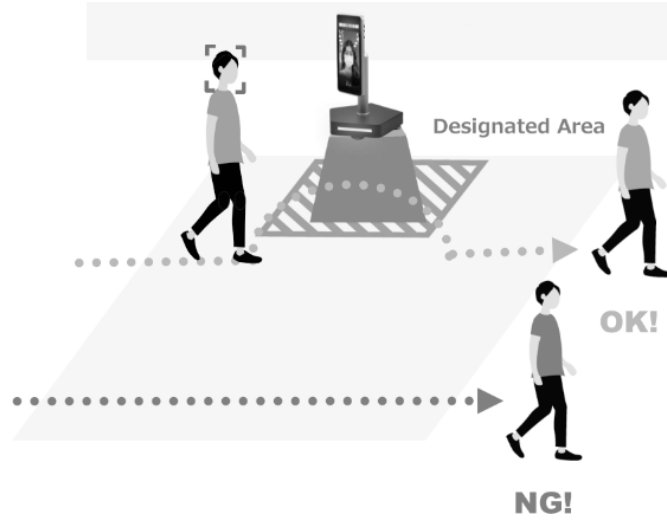
Şekil 15. Tarama sistemleri

Günümüzde önemli olan ve bulaşıcı hastalık Covid-19 ile gelen pandemiyle hayatımıza giren sosyal mesafeyi korumak için kişi sayısı otomatik olarak video analiz sistemleri sayesinde sayılmaktadır.



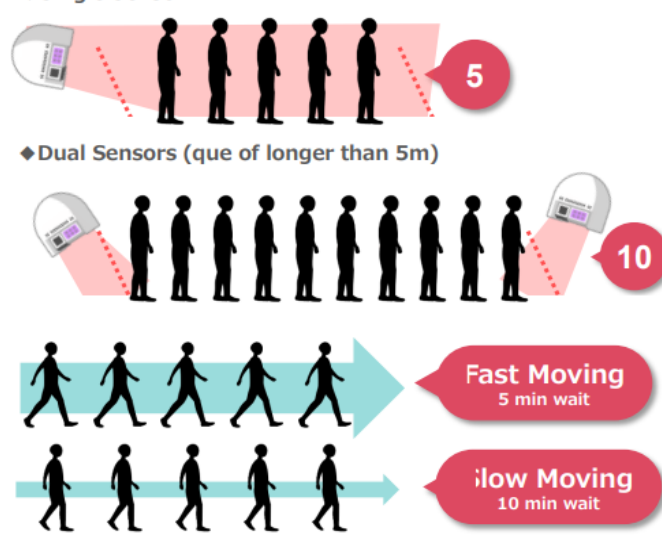
Şekil 16. Güvenlik sistemlerinin birkaç aşamalı örneği

Ayrıca, sistem kişinin durması gereken alanda durduğunu ya da geçtiğini takip eder. Bu tespit, örneğin kişinin eline dezenfektan dökmesi gereken alan var ise bu alanda durup durmadığını takip ve tespit edilmesini sağlar.



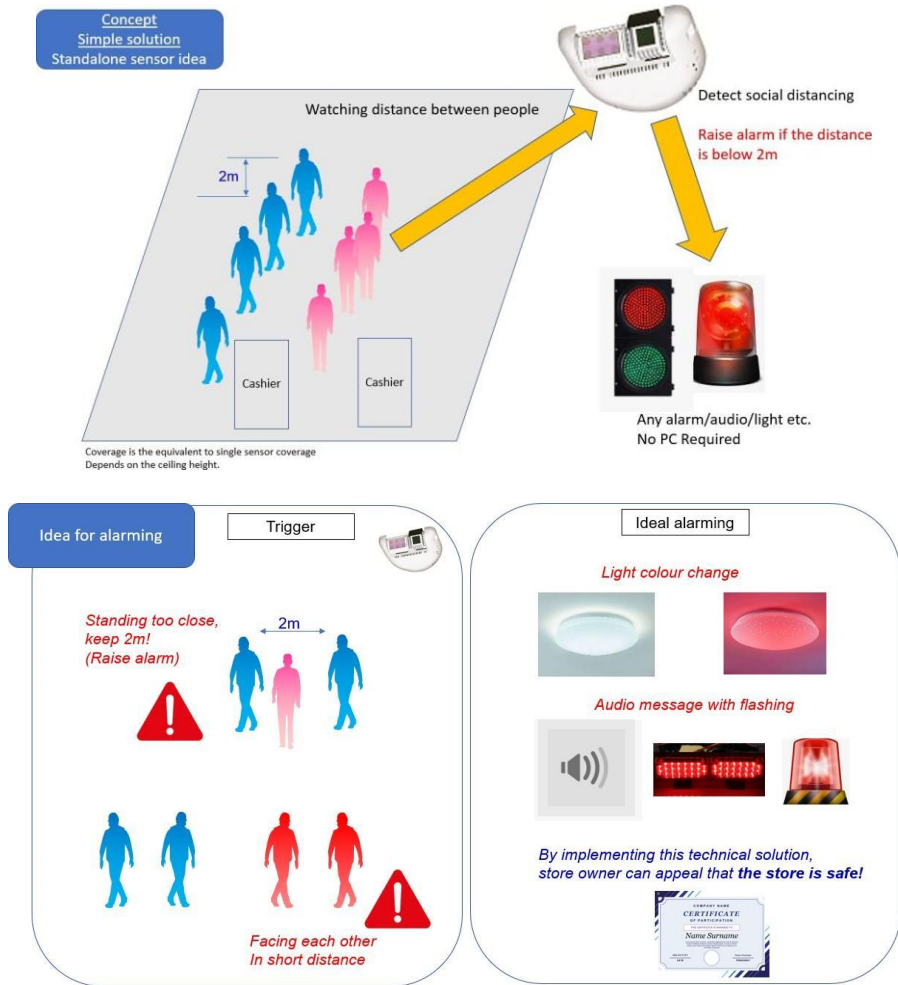
Şekil 17. Bireylerin hareketine duyarlı uyarı ve güvenlik sistemi

Hareket hızına bağlı olarak öngörülen bekleme süresini hesaplamak amacıyla kuyruktaki bireyleri sayarak elde edilen veriler, ardından alanda meydana gelen tıkanıklık bilgileri ile birleştirilerek, bekleme sürecinden kaynaklanabilecek sorunları engelleme stratejisi uygulanmaktadır. Bu yaklaşım, örneğin yoğun dönemlerde taşıtların hangi mola noktasını tercih edeceği, nerede duracağı ve muhtemelen nereden akaryakıt alacağı gibi bir dizi kararın olumlu etkilenmesini sağlamaktadır.



Şekil 18. Hıza duyarlı görüntü sistemi

Video analiz sistemleri, sosyal mesafe kavramını uygulayarak belirlenen güvenli mesafeyi hesaplayabilme yeteneğine sahiptir. Bu sistem, bir ihlal durumu tespit edildiğinde, sesli uyarı veya ışık renk değişimi gibi yöntemlerle kullanıcıları uarmaktadır.



Şekil 19. Sosyal mesafe ve benzeri mesafe kısıtlaması odaklı çalışan sistemlerin çalışma prensibi

Video analiz sistemleri, yalnızca insanların zarar verici davranışlarını değil aynı zamanda terk edilmiş veya kaldırılmış nesnelere tespit etme yeteneğine sahiptir. Bu sistemler ayrıca statik kameralar kullanılarak hırsızlık tespiti, sağlık izleme, trafik kazası araştırması, yasadışı park tespiti, şiddet olayları tespiti, kalabalıkların izlenmesi, insan davranışı tespiti, yangın ve duman algılama gibi durumları da içermektedir.

Mevcut MOBESE kameraları gibi mevcut görüntü toplama sistemleri zaten bulunmaktadır. Yeni kamera ve video analiz sistemlerinin projede kullanılmasıyla birlikte, mevcut kameraların kullanımı da düşünülebilir. Ancak bu kameralardan alınan görüntülerin kullanımı için lisans izni gibi maliyet unsurları vardır. Emniyet Genel Müdürlüğü için de entegrasyon talep edilebilir. Ayrıca, mevcut bilişim altyapısı, yeni sistemle entegre edilmeyecek şekilde kullanılacaktır.

Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri içerisinde yer alan bir diğer sistem ise otomatik plaka tanıma ve araç algılama sistemleridir. Plaka tanıma sistemi, plakaları tanımak ve bu plaka bilgilerini kaydetmek görevini üstlenir. Böylece belirli bir bölgeye giren araçların plaka bilgileri, araç altı kontrol sonuçları, araca ait görüntüler, giriş ve çıkış bilgileri gibi veriler bir veri tabanında toplanabilir. Bu sayede yasaklı araçlar, şüpheli araçlar veya çalıntı araçlar gibi durumlar veri tabanı sayesinde tespit edilebilir. Ortak bir veri tabanına sahip olması, plaka tanıma sisteminin güvenlik seviyesini artırır. Ayrıca şüpheli durumlar tespit edildiğinde güvenlik görevlilerine otomatik uyarı sağlayabilme yeteneği, veri tabanının sağladığı avantajlardan biridir. Bu nedenle, plaka tanıma sistemlerinin bir veri tabanı ile entegre olması oldukça önemlidir [14].

Plaka tanıma sistemleri, trafik denetimi, araç takibi, köprü ve otoyol otomatik geçiş sistemleri, otomatik park sistemleri, giriş-çıkış kontrolleri gibi geniş bir yelpazede kullanılabilir.

Araç algılama sistemleri ise hız, araç sayısı, araç sınıflandırması, durdurulan araç tespiti, yanlış yönde giden araçlar, kaza tespiti, doluluk-boşluk gibi tipik trafik verilerini farklı algılama türleriyle doğru ve çok yönlü bir şekilde analiz edebilme kapasitesine sahiptir [15].

Araç algılama sistemlerinin uygulama alanları aşağıdaki şekildedir [16]:



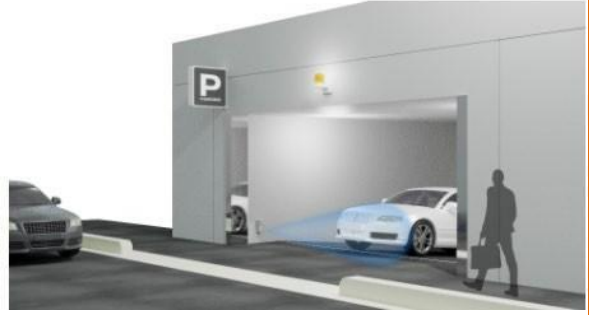
Şekil 20. Araç sayımı: Araçların cadde ve otobandaki trafiğini ölçmek için kullanılan sistem



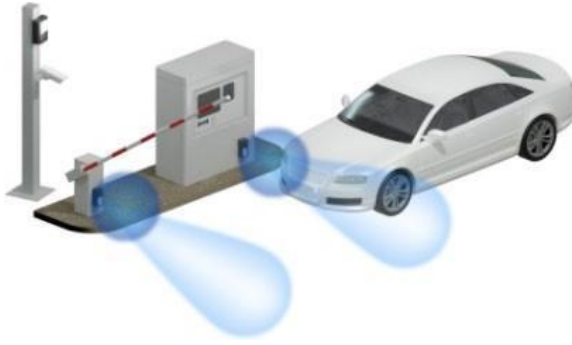
Şekil 21. Park yeri doluluk bildirimi: Park yerinin doluluğunu tanımak için kullanılan sistem



Şekil 22. Araç uyarı sistemi, bir park tesisinin çıkışının yürüme yoluna yakın konumda olması durumunda, yaya ve araç arasında çarpışma riskini önlemek amacıyla tasarlanmıştır. Bu sistem, çıkışın yanına yerleştirilen Sanal Döngü (Virtual loop) sensörü tarafından

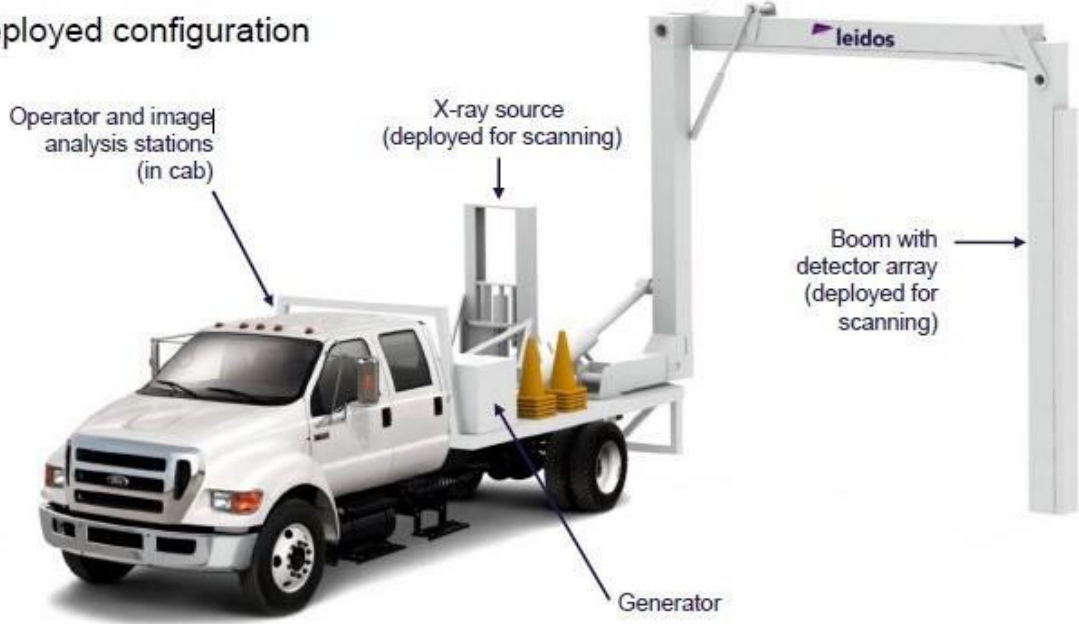


Şekil 23. Plaka Tanıma tetik sensörü, plaka tanıma sistemlerinin iki temel konfigürasyonunu içerir. İlk konfigürasyon, görüntü yakalamak için dışarıdan bazı sensör cihazlarını kullanarak zamanlamayı belirler. İkinci konfigürasyon ise yakalanan görüntüyü analiz ederek zamanlamayı otomatik olarak oluşturabilir. Yüksek doğruluk gereken sahalar veya uygulamalarda plakanın doğru şekilde tanınabilmesi için harici sensörler kullanılması gerekebilir.



Şekil 24. Araç algılama sistemleri, tam araç taraması olarak adlandırılan bir yöntemle araçları kontrol edebilmektedir. Bu sistemler, aracın tamamını tarayarak tampon, kargo, kabin konteyner gibi bölümleri ve durumlarını inceleyebilirler. Bu şekilde yolcular da dahil olmak üzere aracın tümü güvenli bir şekilde taranabilir ve böylece önemli bölgelere giren araçlar incelenerek güvenlik seviyesi artırılabilir.

Deployed configuration



Şekil 25. Leidos VACIS M6500'ün tarama sistemine bir örnek

Tablo 1. Araç Algılama Teknolojileri Karşılaştırması [17]

	Maksimum Algılama Menzili	Hedef Boyutu	Montaj
Kablosuz Manyetik Alan Ölçer	Hedef boyutuna bağlıdır	Bütün boyutlar	Yerin üzerine veya altına monte edilebilir
Kablosuz Ultrasonik Sensör	4 metre	Bütün boyutlar	Tepeye monte edilmelidir
Radar Sensörü	40 metre	Büyük, öngörülebilir hedefler (ör: Trenler)	Hedeften en az 1,8 metre uzağa
Optik Sensör (Kızılötesi)	200 metre	5 milimetre veya daha fazla	Hem verici hem alıcı montajı gerektirir
Ölçüm Bariyeri	2 metre	Bütün boyutlar	Hem verici hem alıcı montajı gerektirir

Projede tercih edilecek doğru araç algılama sistemi, projenin başarısını olumlu yönde etkileyebilir.

Çevre İhlalleri Tespit Sistemleri Projesi kapsamında bahsedilen video analiz sistemleri, bu söz konusu projede de geçerli ve uygulanabilir niteliktedir.

Teknoloji seçiminin dayandığı kriterler nelerdir? Açıklayınız.

- 1) Teknoloji yeni mi?
- 2) Teknoloji yerli mi?
- 3) Teknoloji yerli değilse yerleştirilebilir mi?
- 4) Esneklik

- 5) Yayın yapabilme
- 6) Ölçeklendirme kolaylığı
- 7) Yüksek çözünürlük ve görüntü kalitesi
- 8) Kolay Kurulum
- 9) Entegrasyon kolaylığı
- 10) Dahili güvenlik sistemi
- 11) Maliyet

Teknik tasarım süreçlerini (süreç tasarımı, makine-donanım, inşaat işleri, arazi düzenleme, yerleşim düzeni vb.) açıklayınız.

- İhtiyaç Analizi
- Sistem Gereksinimlerinin Belirlenmesi
- Donanım ve Yazılım Seçimi
- Sensör ve Kamera Konfigürasyonu
- Veri Toplama ve Depolama Yöntemleri
- Görüntü İşleme Algoritmalarının Seçimi ve Uygulanması
- Veri Analizi ve Anormallik Tespiti
- İzleme ve Kontrol Arayüzünün Tasarımı
- Alarm ve Bildirim Mekanizmalarının Entegrasyonu
- Güvenlik ve Veri Gizliliği Tedbirlerinin Uygulanması
- Sistem Entegrasyonu ve Test Aşamaları
- Kullanıcı Eğitimi ve Dokümantasyon
- Proje Değerlendirmesi ve İyileştirmeler

Bu projenin çözüm önerisi, "Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri" için video analiz sistemleri, yüksek işlem kapasiteli video kameralar, video analiz yazılımları ve komuta kontrol sistemlerinin kullanılmasını içermektedir.

Entegre yapıya sahip merkezi yönetim platformu, bu donanımları destekleyerek güvenlik ihlallerini tespit edip fiziksel güvenliği koruma amacıyla kullanılacaktır.

Uygulama alanları arasında trafik, sanayi ve rekreasyon gibi geniş alanlar bulunmaktadır. Bu sistem, Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri Platformu üzerinde kameralardan gelen görüntüleri toplayarak daha verimli bir yönetim sağlayacak ve bakım/destek maliyetlerini düşürecektir. Ayrıca projede kullanılan donanımlar arasındaki iletişim sayesinde, donanım durumları ve çalışma durumları hakkında bilgi alınabilecektir. Platform, Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemlerini daha akıllı ve

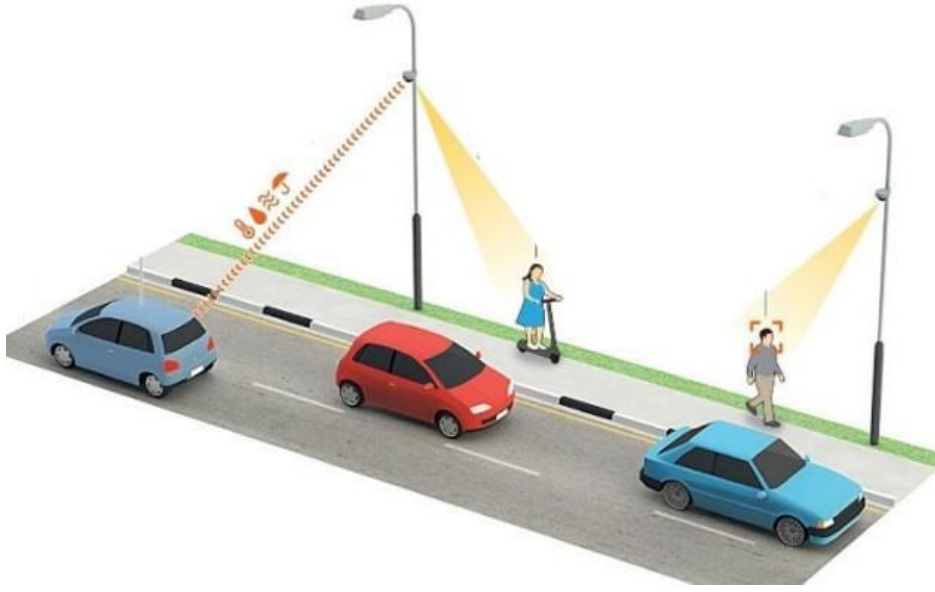
yönetilebilir hale getirmeyi amaçlamaktadır. Plan üzerinde donanımların konumları, bölgelerin sahip oldukları fiziksel, enerji gibi altyapılarına dayanarak belirlenecektir.

Tablo 2. Görüntü işleme dayalı güvenlik sistemleri uygulamalarının özellikleri

Uygulama Adı	Açıklama
IP Tabanlı Video İzleme Sistemleri	<p>İnsanların sıkça bulunduğu bölgelerdeki güvenlik riskleri, parklar, kamu binaları, karakol, belediye binası, eğitim kurumları, alışveriş merkezleri gibi alanlarda kendini göstermektedir. Bu tür bölgelerde şüpheli insan davranışları ve hırsızlık gibi tehditler öne çıkmaktadır. Bu durumda IP kameralardan gelen görüntüler, video kaydedicilere aktararak depolanmakta ve daha sonra analiz ve tespit amaçlarıyla kullanılmaktadır. Kameralar, kullanım alanına uygun şekilde farklı çözünürlüklerde seçilebilmektedir, 1 MP'den 8 MP'ye kadar değişkenlik gösterebilir.</p> <p>Kullanılacak kameraların sayısı, çözünürlüğü ve sıkıştırma yöntemine göre görüntülerin taşınması için gerekli altyapının yeterliliği oldukça önemlidir. Örneğin, 1 MP çözünürlüğe sahip bir kamera (1.2 MPx - 1280x960), saniyede 30 kare çekim yaparak yüksek kalite H.265 sıkıştırma ile 2 Mbps bant genişliği ve 0.2 MB/s veri depolama kapasitesine ihtiyaç duyar. Bu örnekten yola çıkarak, bir haftalık depolama kapasitesi yaklaşık olarak 10 GB civarında olacaktır. Bu nedenle kurulacak kameraların çözünürlükleri ve sıkıştırma yöntemleri en uygun şekilde belirlenmelidir. Hassas bölgelerde yüksek çözünürlük ve kaliteli sıkıştırma yöntemleri tercih edilirken, daha düşük riskli bölgelerde daha düşük çözünürlük ve standart görüntü kalitesi kullanmak daha uygun olacaktır.</p>
Video Analiz Tabanlı Şüpheli Davranış Tespiti	<p>Yaşam alanlarımızda potansiyel olarak olumsuz etkilere yol açabilecek şüpheli davranışların belirlenmesi, özellikle kalabalık mekanlarda güvenlik güçlerinin hızlı tepki vermesini sağlayabilmek adına büyük bir öneme sahiptir. Bu proje kapsamında kullanılacak sistem, camiler, alışveriş merkezleri ve parklar gibi yoğun ziyaret edilen alanlarda anormal davranışları tespit etme yeteneğine sahip olacak. Bu tespit edilen anormal davranışlar, platform kullanıcılarına hızlıca bildirilecek ve gerekli önlemler alınabilecektir.</p>
	<p>Türkiye ve uluslararası arenada özel izleme şirketleri bulunmaktadır. Bununla birlikte, bu projede özellikle yerli sermayeye sahip firmalarla iş birliği yapılması</p>

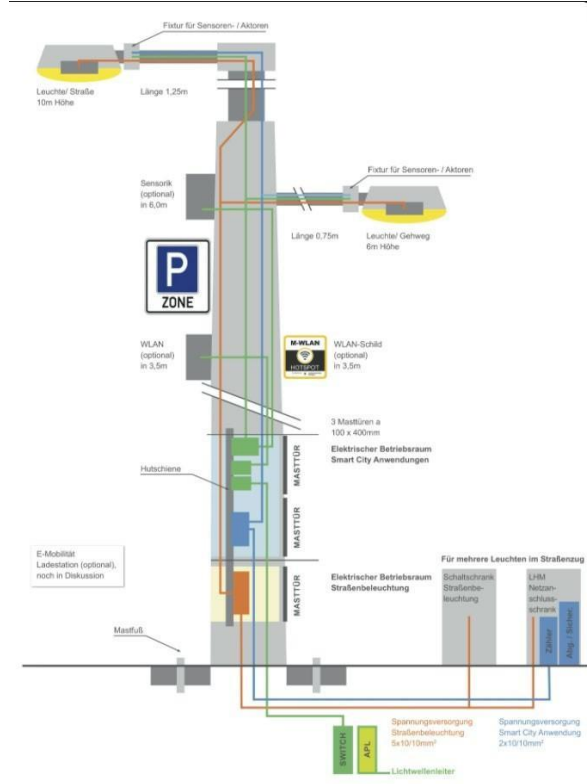
Hizmet Olarak Video İzleme Sistemleri	öncelikli tercih olabilir. Ayrıca, MOBESE kameralarından da görüntü alınması planlanabilir. Ancak bu yaklaşımın maliyeti henüz detaylı bir inceleme yapılmadan kesin olarak belirlenmemiştir.
Görüntülerden İnsan Davranışı Tespiti	Kameralar aracılığıyla elde edilen görüntüler video analiz sistemleri aracılığıyla incelenerek olumsuz durumların tespiti gerçekleştirilecektir.
Biyometrik Tabanlı Video Sistemleri	<p>Önceden bahsedilen sistemlerde olduğu gibi, biyometrik temelli sistemlerde de uygun görülen bölgeler kameralar tarafından gözetlenmekte ve projede kullanılacak sistem aracılığıyla suçlu veya suç potansiyeli taşıyan bireylerin analizi ve tespiti gerçekleştirilmektedir.</p> <p>Biyometrik sistemler, kişinin fiziksel ve davranışsal özelliklerini değerlendirmek ve analiz etmek amacıyla kullanılarak yürüme tarzı, konuşma kalıpları ve yüz dinamikleri gibi davranışsal özellikleri de dikkate alarak analiz ve tespit süreçlerini icra etmektedir.</p>
Otomatik Plaka Tanıma	Projede hedeflenen alanda, özellikle kamu kurumları ve eğitim kurumları gibi bölgelerde, araç giriş ve çıkışlarının kontrol edilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla plaka tanıma, UHF güvenli etiketler ve araç modeli ile renk analizi gibi yöntemler kullanılarak, sorunlu araçların tespiti sağlanacaktır. Bu sistem aynı zamanda yasak olmayan araçlar için otomatik geçiş sağlamanın yanı sıra raporlama işlevi de sunacaktır.
Araç Algılama Sistemi	Araçları belirlemek amacıyla geliştirilen sistem sayesinde, araç kontrolünün yapılması planlanan bölgelerde kurulum yapılacak ve tespitler gerçekleştirilecektir. Bu tespitler, araç altı tarama ve diğer tanımlama sistemleriyle entegre bir şekilde çalışacaktır. Araç taramasının da gerçekleştirileceği bu sistem, güvenlik için risk taşıyan araçların erken tespitini sağlayacaktır.
Kalabalıkların Video ile İzlenmesi	Bu proje kapsamında, yoğun insan trafiğinin gözlemlendiği parklar, kamu binaları, hastaneler, ve eğitim kurumları gibi bölgelerde kalabalık izleme işlemi, özel olarak konumlandırılacak kameralar ve ilgili sistem üzerinden gerçekleştirilecektir. Bu izleme süreci, mevcut bölgede MOBESE ve benzeri

	izleme sistemleri tarafından sağlanan görüntülerin projenin genel yapısına dahil edilmesi yoluyla da desteklenebilir.
Güvenlik ve Bilişim Altyapısının Kurulumu	Bu proje kapsamında kullanılacak olan analiz sistemleri, en son teknolojiye sahip olan sektördeki gelişmeleri yansıtan akıllı direklerde kullanılarak, hem hava durumu takibi sağlayan sistemleri hem de video analiz sistemlerini içerebilecektir. Bu sistemler, yüz tanıma ve güvenlik ihlali tespiti gibi alanlarda kullanılan donanımları bünyesinde barındıracak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 26. Akıllı elektrik direği çalışma prensibi

Aşağıdaki örneklerde görülebileceği gibi farklı akıllı elektrik direği (smart lamp post) çalışmaları mevcuttur:



Şekil 27. Akıllı sokak aydınlatması kesiti [18]



Şekil 28. Akıllı sokak aydınlatması çalışma fonksiyonları [19]

3.1. Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri Platformu Ana Özellikleri

Bu proje, bütünleşik planlama, veri entegrasyonu ve sürekli operasyon bileşenlerini içermektedir. Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri Platformu, özgün yazılımların işlediği verileri toplamak amacıyla donanımları kullanarak ihlalleri tespit eder ve uyarılar ile alarmlar üreterek ilgili birimlere bildirir. Uygulama alanında uygun bulunan bölgelere yerleştirilen kameralar aracılığıyla gerçek zamanlı veri takibi yapılır. İzlenen alan içinde olağandışı bir aktivite ya da durum gözlemlendiğinde, bu bilgi platformun benimsediği yazılımlar aracılığıyla hızla işlenir ve değerlendirilir. Negatif bir olay ya da durum tespit edildiğinde, platform tarafından hızla algılanarak ihlalin doğası ve niteliği hakkında üretilen alarm, ilgili birimlere iletilir. Alarm mekanizması, platform kullanıcılarının monitöründen görüntülenebileceği gibi, isteğe bağlı olarak SMS, e-posta veya otomatik arama yoluyla da iletişim sağlayabilir.

Platforma bağlı donanımların aktif veya pasif durumları izlenebilir ve arıza durumunda olan donanımlar için kullanıcıya platform tarafından bildirim gönderilir. Düzenli bakım ile platformun kesintisiz veri toplaması ve işlem yapabilmesi sağlanır.

Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri Platformu, çeşitli ihlal türleri için kullanılan yazılımların entegre bir şekilde işlediği bir platformdur. Örneğin, bir kamera öncelikli olarak araç tespiti için kullanılsa da, aynı zamanda hırsızlık olaylarının da tespit edilmesi amacıyla kullanılabilir.

3.2. Önerilen Örnek Vaka Mimarisi

Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri kapsamında ele alınacak ihlaller için önerilen çözüm mimarisi, belirlenmiş bölgelere entegre edilmiş kamera sistemlerini içermekte olup, bu sistemler anlık olarak etki alanını gözlemleyip analiz ederek olağan dışı durumları görüntü işleme ve yapay zeka teknolojisi ile tespit ederek komuta kontrol merkezine iletacaktır. Bildirilen alarmlar, ilgili personel tarafından doğrulandıktan sonra hızlı aksiyonların alınmasını sağlayacaktır. Her bir ihlal türü için, donanımlardan gelen veriler ilgili programlar aracılığıyla işlenerek alarmlar üretecektir; bu alarm üretimi, programların entegre çalıştığı tek bir platform üzerinde gerçekleştirilecektir. Aynı zamanda tüm veriler, yetkili birimlerin erişimine açık olacak şekilde bulut teknolojisi üzerinde anlık olarak kaydedilecektir. Geçmişe yönelik izleme ve görüntü kaydetme gibi özellikler de çözümün bir parçasını oluşturacaktır. Aşağıda farklı modüller olarak tanımlanabilecek ihlal başlıkları ve çalışma prensipleri de sunulmaktadır.

3.3. Çözüm Mimarisinin Ana Bileşenleri

Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri Platformu: Bu platform, Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri'nin merkezi yönetimini sağlayan bir yapıdır. Operatörler, platform aracılığıyla sahada kurulan donanımları tanımlayabilir, sistem kurulumunu gerçekleştirebilir. Kameraları fiziksel

konumlarına göre gruplandırarak yönetebilir, programlayabilir ve çalışma durumları ile arızaları izleyebilir. Bu şekilde Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri altyapısı merkezi bir noktadan etkin bir şekilde yönetilebilir hale gelir.

IP Kamera: IP ağ kameraları, sadece video akışını değil aynı zamanda pan/tilt/zoom işlemleri, hareket algılama, sesli izleme, entegrasyon diğer güvenlik sistemleri ile uyum, otomatik uyarılar, akıllı video analizi gibi birçok ek işlevi içerebilir. Farklı sıkıştırma teknolojilerini kullanarak canlı izleme ve arşivleme için birden fazla video akışı gönderebilirler [20].

Standart Kamera: Konumlandığı alanlarda video analiz ve obje tespit sistemleri kaydı ile Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri'ne katkı sağlayan kameralardır. Piksel ve çözünürlük açısından farklı seçenekleri bulunmaktadır. Proje için önerilen çeşitler arasında 1 MP, 2 MP Sabit Kamera, 3 MP Sabit Kamera, 8 MP Sabit Kamera, 10 MP Sabit Kamera, 12 MP Sabit Kamera yer almaktadır. Günümüzde piyasada 29 MP kamera gibi yüksek çözünürlüklü kameralar da kullanılmaktadır.

PTZ Kameralar: Pan, tilt, zoom (PTZ) kameralar, uzaktan dijital olarak kontrol edilebilen kamera açıları sayesinde görüntüyü değiştirebilen özel kameralardır. Piksel ve çözünürlük özellikleri bakımından sabit kameralar gibi farklı seçeneklere sahiptirler. Proje kapsamında önerilen seçenekler arasında PTZ Kamera 2MP ve PTZ Kamera 4MP yer almaktadır.

IR Kamera: IR (Infrared - Kızıl Ötesi) özellik, CCTV sistemlerinde kameraların gece saatlerinde dahi minimum ışık seviyelerinde bile görüntü yakalayabilmesini sağlamak amacıyla kullanılır. IR kameralar, üzerlerinde kompakt bir biçimde entegre edilmiş IR LED'ler bulundurlar. Ortamdaki ışık seviyesi, kamera tarafından gereken minimum ışık düzeyinin altına düşerse, kameralar üzerindeki bu IR LED'ler otomatik olarak devreye girer ve karanlık koşullarda görüntü alımını sağlar [21].

Video Analiz Yazılımı: CCTV kameraların etkin kullanımını optimize eden bu yazılım, yabancı objeleri tespit etme, anormal davranışları algılama, belirli bir alanda farklı objelerin tespiti (örneğin, bir çanta veya kutu gibi) veya tanımlanmış nesnelerin görüntüden kaybolduğunda sesli ve görsel uyarılar üretebilme yeteneklerine sahiptir. Bu yazılım, görüntü işleme tekniklerini kullanarak güvenlik sistemlerini daha akıllı ve etkili hale getirir.

UHF RFID Okuyucu: Ultra High Frequency (UHF) RFID okuyucular, 840 MHz ile 960 MHz arasında geniş bir frekans aralığını kullanarak çalışan cihazlardır. Bu teknoloji, geniş okuma aralığı sayesinde aynı anda birçok etiketle iletişim kurabilme kabiliyetine sahip olup, uzun mesafelerde yüksek hızda etkileşime girmeyi mümkün kılar [22].

NVR 128 Kanal: Network Video Recorder (NVR), internet protokolü (IP) üzerinden video kaydı yapmak üzere tasarlanmış bir tüketici elektroniği cihazıdır. Özellikle ülkemizde güvenlik sistemlerinde yaygın olarak kullanılan NVR cihazları, IP kameraların görüntülerini kaydetmek ve yönetmek için kullanılır [23].

PoE Switch: Power over Ethernet (PoE) teknolojisi, ethernet kablosu üzerinden hem veri hem de elektrik gücünün iletimini sağlayan bir sistemdir. Elektrik gücü, PoE Switch adı verilen ağ cihazları aracılığıyla ethernet kablosu üzerinden iletilir, bu da özellikle IP kameraların ve diğer ağ cihazlarının enerji ihtiyacını karşılamada kullanışlı bir çözümdür [24].

Kablosuz Alıcı (Wireless Receiver): Kablosuz internet ağı üzerinden ses akışını gerçekleştiren Wi-Fi alıcıları, depolanmış koleksiyonları mobil cihazlar, bilgisayarlar veya ağ sürücülerinden hoparlörlere iletebilmektedir. Wi-Fi üzerinden gerçekleşen ses akışı, güçlü sinyaller sayesinde istikrarlı bir iletim sağlar [25].

VMS Yazılım: Video Yönetim Yazılımı (VMS), adli suçları, aramaları ve entegre video analizini tek bir arayüzde birleştiren sistemdir. Görüntülerden istihbarat toplama, aramaları hızlandırma ve olayları kolayca tespit etme gibi avantajlar sunar. Bu yazılım, güvenlik sistemlerinin yönetimini daha etkili ve verimli hale getirme amacıyla tasarlanmıştır.

İletişim Alt Yapısı: Verilerin platforma aktarılması ve merkeze iletilmesi amacıyla kurulan iletişim altyapısı, yüksek bant genişliği gerektiren video görüntülerinin etkili bir şekilde taşınmasını sağlar. Bu nedenle, fiber gibi yüksek kapasiteli kablolu çözümleri tercih edilebilir. Aynı zamanda kablolu yapılamayan bölgelerde 3G/4G/5G gibi kablosuz teknolojiler ve Wi-Fi kullanılarak iletişim sağlanabilir. 5G teknolojisi, yüksek veri taşıma kapasitesi ve düşük gecikme süreleri sunması nedeniyle gelecekte önemli bir alternatif olabilir.

Siber Güvenlik Alt Yapısı: Projede kullanılan sistemlerin siber saldırılara karşı korunması için oluşturulan güvenlik alt yapısıdır. Bu alt yapı, verilerin güvenliği ve bütünlüğü için gerekli önlemleri alarak sistemdeki zayıf noktaların tespitini ve engellenmesini sağlar.

Bulut (Depolama) Altyapısı: Kameralardan toplanan verilerin bulut tabanlı sistemlerde depolanması ve istenilen zaman diliminde erişilebilir olmasını sağlayan bir altyapıdır. Bu sayede veri saklama ve erişim işlemleri daha esnek hale gelirken, veri kaybı riski minimize edilir.

Görüntü İşleme Sunucu Merkezi: Verilerin sunucuda depolanması, endekslenmesi ve çeşitli görüntü işleme işlemlerinin gerçekleştirilmesi için kullanılan merkezi bir sistemdir. Bu merkez, istemci tarafında görüntüleme, düzenleme ve açıklama işlemlerini sağlar. Bu sayede verilerin etkili bir şekilde yönetilmesi ve işlenmesi mümkün olur.

Komuta Kontrol Merkezi: Durumsal izleme, kontrol ve komuta sağlayan merkezi bir sistem olan komuta kontrol merkezi, projede kullanılan sistemlerin durumunu takip etmek ve gerektiğinde müdahale etmek için kullanılır. Bu merkez, güvenlik olaylarını hızla tespit ederek ilgili birimlere bildirmek amacıyla kullanılır.

Son olarak, projenin zaman planı aşağıdaki gibidir:

	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay	7. Ay	8. Ay	9. Ay	10. Ay	11. Ay	12. Ay	13. Ay	14. Ay
1. Proje kapsamının belirlenmesi ile proje yönetim planı	■	■	■	■										
2. Sistem Planlama			■	■	■									
2.a. Uygulama vaziyet planlarının çizimi				■	■	■								
2.b. Metraj- bütçe ve finans takviminin hazırlanması				■	■									
3. İhale süreci					■	■	■							
3.a. İhale dokümanı (Request for Proposal-RFP)						■	■							
3.B. İhaleye çıkma							■							
3.c. Ürünlerin seçimi ve onayı						■	■							
3.d. Satın alma ve sözleşme süreci							■	■						
4. Altyapı faaliyetleri								■	■	■	■	■		
4.a. Platform kurulumu (Sunucu)										■	■	■		
4.b. Kurulacak kamera alt yapısının hazırlanması										■	■	■		
4.c. Mevcutta bulunan kameraların incelenmesi										■	■	■		
4.d. Kamera montajları/ kurulumları										■	■	■		
4.e. Sistem testi ve devreye alma											■	■	■	
5. Bakım ve destek devir işlemleri													■	■
5.a. Optimizasyon													■	■

4. Finansal Analiz

Finansal analiz kapsamında yatırım bütçesi, işletim maliyetleri ve gelirler belirlenerek yatırımın geri dönüş süresi tespit edilmelidir.

Yatırım bütçesinin planlanmasında aşağıdaki maliyet kalemleri göz önüne alınmalıdır.

- 2MP sabit kamera
- 3MP sabit kamera
- 5MP sabit kamera
- 8MP sabit kamera

- PTZ kamera 2 MP
- PTZ kamera 4 MP
- NVR 128 KANAL (video kayıt cihazı)
- HDD 2TB (video kayıt cihazı başına 4 adet eklenebilir)
- POE SWITCH (48 port)
- WIRELESS RECEIVER
- MONITOR (26"+)
- VMS YAZILIM
- VİDEO ANALİTİK YAZILIM
- İnsan Sayma Modülü*
- Kişi ve Yoğunluk Tespit/ Takip Modülü*
- Yüz Tanıma Modülü*
- Plaka Tanıma Modülü*
- Obje Tanıma/ Bulma/ Takip Etme Modülü*
- Park Alanı Kontrol Modülü*
- İzinsiz Geçiş Takip Modülü*
- Bölge ve Alan Tanımlama Modülü*
- Tarifli Alanlarda Kişi Davranışları Takip Modülü*
- VÜCUT TARAMA Dedektörü
- ALAN TARAMA Dedektörü
- Operasyon/ İzleme Merkezi Donanım ve İletişim
- IR (yazılım ve kablolu hariç) Sensörü
- Sanal Göz- Kablosuz (kamera, PIR, IR) Sensörü
- İletişim Altyapısı*
- Siber Güvenlik Altyapısı*
- Donanımların kullanılacağı mevcut veya yeni aydınlatma direkleri ve diğer sabit direkler
- Enerji besleme altyapısı
- Haberleşme altyapısı
- İşçilik

İşletim maliyetlerinin hesaplanmasında aşağıdaki temel parametreler göz önüne alınmalıdır.

- Yıllık Elektrik Tüketimi
- Yetkin Çalışan Maliyeti
- Donanım Bakım-Onarım Maliyetleri
- Lisans Maliyeti

- VMS YAZILIM sunucu lisansları
- VMS YAZILIM kamera başına lisans
- VİDEO ANALİTİK YAZILIM sunucu lisansları
- VİDEO ANALİTİK YAZILIM kamera başına lisans

Örnek Vaka

İhtiyaç analizi kapsamında **1000 hektarlık** bir alanda, **65.000 konutun** bulunduğu ve **200.000 kişinin** yaşayacağı varsayılan proje alanında Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri Projesi ile ilgili aşağıdaki maliyetler söz konusu olmaktadır:

Tablo 3. Ürünlerin maliyetleri

Ürün	Fiyat Aralığı (\$)	Min. Maliyet	Max. Maliyet
Plan harita altyapısı	Diğer projelerde değerlendirilecektir.		
Kameralar:			
2MP sabit kamera	305-500	\$ 305,00	\$ 500,00
3MP sabit kamera	330-750	\$ 330,00	\$ 750,00
5MP sabit kamera	350-900	\$ 350,00	\$ 900,00
8MP sabit kamera	435-750	\$ 435,00	\$ 750,00
PTZ kamera 2 MP	500-2500	\$ 500,00	\$ 2.500,00
PTZ kamera 4 MP	600-3000	\$ 600,00	\$ 3.000,00
NVR 128 KANAL (video kayıt cihazı)	2415-4000	\$ 2.415,00	\$ 4.000,00
HDD 2TB (video kayıt cihazı başına 4 adet eklenebilir)	315-550	\$ 315,00	\$ 550,00
POE SWITCH (48 port)	4475-7500	\$ 4.475,00	\$ 7.500,00
WIRELESS RECEIVER	75-120	\$ 75,00	\$ 120,00
MONITOR (26"+)	350-500	\$ 350,00	\$ 500,00
VMS YAZILIM			
VMS YAZILIM sunucu lisansları	10000-100000	\$ 10.000,00	\$ 100.000,00
VMS YAZILIM kamera başına lisans	100	\$ 100,00	\$ 100,00
VİDEO ANALİTİK YAZILIM			
VİDEO ANALİTİK YAZILIM sunucu lisansları	50000-200000	\$ 50.000,00	\$ 200.000,00
VİDEO ANALİTİK YAZILIM kamera başına lisans	250	\$ 250,00	\$ 250,00
İnsan Sayma Modülü*			
Kişi ve Yoğunluk Tespit/ Takip Modülü*			
Yüz Tanıma Modülü*			

Plaka Tanıma Modülü*			
Obje Tanıma/ Bulma/ Takip Etme Modülü*			
Park Alanı Kontrol Modülü*			
İzinsiz Geçiş Takip Modülü*			
Bölge ve Alan Tanımlama Modülü*			
Tarifli Alanlarda Kişi Davranışları Takip Modülü*			
DEDEKTÖRLER:			
VÜCUT TARAMA	125-200	\$ 125,00	\$ 200,00
ALAN TARAMA	125-250	\$ 125,00	\$ 250,00
Operasyon/ İzleme Merkezi Donanım ve İletişim	500000-1500000	\$ 500.000,00	\$ 1.500.000,00
SENSÖRLER:			
IR (yazılım ve kablolama hariç)	250-500	\$ 250,00	\$ 500,00
Sanal Göz- Kablosuz (kamera, PIR, IR)	2500-3000	\$ 2.500,00	\$ 3.000,00
İletişim Altyapısı*			
Siber Güvenlik Altyapısı*			
<p>Proje uygulama alanında yapılar ve kullanılacak alanlar net olmadığı için, sayılar daha sonra netleşecektir. Dolayısıyla birim fiyatlar verilmiştir.</p> <p>Kurulum için gerekli kablolama, kurulum ekipmanları ve kurulum maliyetleri burada hesaplanmamıştır.</p> <p>BÜTÇE: Bunların birçoğunun miktarının belirlenmesi için proje planının 1. maddesindeki verileri netleştğinde, toplam bütçe belirlenebilecektir.</p> <p>* İşaretili modüllerin detaylı bütçelemesi için projenin uygulanacağı alanın detaylı analizi gerekmektedir.</p>			

Aşağıda, Seviye 1 olarak adlandırılan maliyet tablosu, 2 MP olan kameralar üzerinden hesaplanmıştır.

Tablo 4. Seviye 1-Finansal Analiz

Ürün	Adet	Fiyat Aralığı (\$)	Ort. Maliyet	Ort. Maliyet Toplam
2MP sabit kamera	176	305-500	402,5	\$ 71.029,41
PTZ kamera 2 MP	29	500-2500	1.500,00	\$ 44.117,65
NVR 128 KANAL (video kayıt cihazı)	1	2415-4000	3.207,50	\$ 3.773,53
HDD 2TB (video kayıt cihazı başına 4 adet eklenebilir)	5	315-550	432,5	\$ 2.035,29
POE SWITCH (48 port)	2	4475-7500	5.987,50	\$ 14.088,24
MONITOR (26"+)	13	350-500	425	\$ 5.500,00
VIDEO ANALİTİK YAZILIM sunucu lisansları	1	50000-200000	125.000,00	\$ 147.058,82

VİDEO ANALİTİK YAZILIM kamera başına lisans	1	250	250	\$ 294,12
Toplam:				\$ 287.897,06

Seviye 2 olarak adlandırılan maliyet tablosunda, daha yüksek çözünürlüklü 5 MP kameralar kullanıldığı varsayılarak maliyet hesaplanmıştır.

Tablo 5. Seviye 2-Finansal Analiz

Ürün	Adet	Fiyat Aralığı (\$)	Ort. Maliyet	Ort. Maliyet Toplam
5MP sabit kamera	176	350-900	625	\$ 110.294,12
PTZ kamera 4 MP	29	600-3000	1.800,00	\$ 52.941,18
NVR 128 KANAL (video kayıt cihazı)	2	2415-4000	3.207,50	\$ 7.547,06
HDD 2TB (video kayıt cihazı başına 4 adet eklenebilir)	7	315-550	432,5	\$ 3.052,94
POE SWITCH (48 port)	2	4475-7500	5.987,50	\$ 14.088,24
MONITOR (26"+)	13	350-500	425	\$ 5.500,00
VİDEO ANALİTİK YAZILIM sunucu lisansları	1	50000-200000	125.000,00	\$ 147.058,82
VİDEO ANALİTİK YAZILIM kamera başına lisans	1	250	250	\$ 294,12
Toplam:				\$ 340.776,47

5. Ekonomik Analiz

Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri projelerinin ekonomik etkileri kısaca, aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Toplumsal güvenliği ve çevreyi koruyarak sürdürülebilir yaşamı teşvik eder.
- Refah seviyesinin artması, halkın güven içinde yaşamasını sağlar ve toplumun iş başarılarını olumlu etkiler.
- İhlal risklerinin azalması, bölgeye olan talebi artırarak ekonomik aktiviteyi teşvik eder.
- Sağlık ve üretkenlik artışı, sağlık sistemi yükünü azaltarak toplumun verimliliğini artırır.
- Yapıların güvenliği sağlanarak maddi kayıplar ve iş kaybı önlenir.
- Değer biçilemeyen hasarlar, insan hayatı gibi, sistemin engellemesiyle önlenir.
- Alternatif fırsat maliyetleri dikkate alınarak, projenin faydaları ve zararları dengeli bir şekilde değerlendirilir.
- Az donanım kullanımıyla ekonomik tasarruf sağlar.
- Terör saldırılarının önlenmesi, turizm gibi hassas sektörlerin olumlu etkilenmesini sağlar.

- Bina hasarları ve insan kayıpları, önceden tespit ile önlenerek maddi ve manevi zararlar engellenir.
- Terör önleme çalışmaları, ülke itibarını koruyarak uzun vadeli ekonomik fayda sağlayabilir.
- Suçların azalması, emniyet ve adalet sistemine olan yükü hafifleterek ekonomiye katkıda bulunur.

6. Sosyal Etkinin Analizi

Önerilen projenin sosyal etkileri şöyle listelenebilir:

- Görüntü İşlem Temelli Güvenlik Sistemlerinin Uygulaması, bireylerin yaşam koşullarının geliştirilmesini amaçlayarak huzur ve güvenliğin artırılmasına katkıda bulunur.
- Akıllı teknoloji çözümleri, yerel yönetimlere güvenlik hizmetlerinin kalitesini artırma ve suç oranlarının düşürülmesi veya suçların belirlenmesinde kanıt sunma fırsatı sağlar.
- Güvenlik açısından hassas bölgelerde akıllı teknolojinin entegrasyonu, toplumun yerleşim tercihlerini, yatırım çekiciliğini ve eğlence sektörünün canlılığını artırmak için bir katalizör işlevi görebilir.
- Bu proje, şehir/bölge düzenlemesinin istenen sosyal ve ekonomik hedeflere ulaşmasını sağlayarak yöneticilerin arzulanan yaşam alanlarını inşa etmesine olanak sağlar.

7. Çevresel Etkinin Analizi

Önerilen çözümün topluma ve genel olarak çevrenin korunmasına sağlayacağı faydaları ise aşağıdaki gibidir:

- Akıllı teknolojiye dayalı çözümler, insan temelli güvenliğin ötesine geçerek, hatalı bildirimler gibi nedenlerle kaynaklanan maliyetleri azaltır ve çevresel etkiyi minimize eder.
- Projede kullanılan akıllı teknoloji, çeşitli denetimlerin ayrı donanımlar veya kablolu sistemlerle çevresel görünümü olumsuz etkileme riskini azaltarak verimliliği artırır. Entegre sistemler, aynı verilerin farklı amaçlarla kullanılabilmesine imkân tanır.

8. Risk Analizi

Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri oldukça geniş bir kapsama sahiptir. İhlallerin önceden tahmin edilmesi, analiz edilmesi ve çözümler geliştirilmesi çabalarına rağmen, insan davranışlarının farklılığı ve yaratıcılığı nedeniyle beklenmeyen yeni ihlaller her zaman mümkündür. Teknolojik çözümler belirli ihlal senaryolarında yüksek başarı elde edebilse de senaryolardan sapmalar olduğunda

tespit başarısı azalabilir. Teknolojinin farklı senaryolarda performansının incelenmesi gereklidir. Aynı zamanda, çözümlerin etkili tespit yapabilmesi için doğru şekilde kurulması önemlidir.

Projelerin başlangıcında, tüm paydaşların katılımıyla kapsamlı bir ihtiyaç analizi yapılması kritik öneme sahiptir. Eksik veya yanlış temsil edilen paydaşlar ilerleyen aşamalarda tespit sorunlarına yol açabilir. İhtiyaç sahipleri ve teknoloji tedarikçileri arasında senaryolar ve kapasite konusunda uyum sağlanmadığında beklenen sonuçlar elde edilemez. Kapasite açısından da ihtiyaçtan az veya fazla yatırım yapılması ihlal tespitini olumsuz etkileyebilir. Optimal kapasite ve buna uygun yatırım planlaması önemlidir. Küçük alanlarda deneyim kazanarak yatırımı aşamalı olarak artırmak faydalı olabilir.

Tespit teknolojilerini öğrenen suçlular, bu teknolojileri manipüle etmek için çaba gösterebilir. Çözümler, bu tür durumları engellemek veya minimize etmek için mekanizmalar içermelidir. Makine öğrenimi ve yapay zekâ teknolojileri ile teknoloji aldatma zorlaşsa da, her teknolojinin sınırlamaları bulunmaktadır.

Projeye özgü risklerin yanı sıra genel proje riskleri de ele alınmalıdır. Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri projesine ilişkin olası riskler aşağıda belirtilmiştir:

Tablo 6. Risk analizi

Risk Numarası	Risk	Olasılığı	Etkisi	Derecesi
1	İlk yatırım maliyetinin caydırıcılığı ve uzun dönemdeki sağlanan faydanın belediyelerin anlık gereksinimleri karşısında ikinci plana itilmesi	3	5	Yüksek (15)
2	Projenin bir bütün olarak planlanmasına rağmen süreçte mali sıkışıklık durumunda kesintiye uğraması.	2	4	Orta (8)
3	Proje planına uyulmaması.	4	4	Yüksek (16)
4	Proje planını etkileyecek 3. Firmalar tarafından üstlenilmiş diğer alt yapı ve planlanan işlerin zamanında tamamlanmaması	4	4	Yüksek (16)
5	Mahalli idarelerde Yönetim değişikliği ve buna bağlı projenin gecikmesi veya tam anlamı ile gerçekleşmemesi	2	5	Orta (10)
6	Ödemelere bağlı gecikmeler, ithal ürünlerin fiyatlarının artması	3	4	Orta (12)
7	Süreç içinde teknolojik ve ürün değişmelerine karşı uyumlu güncellemelerin yapılabilmesi	3	3	Orta (9)
8	Sistemin devreye girmesi ile bakım ve destek hizmetlerinin başlaması bu amaçla bir yapılanmanın mutlaka proje dahilinde düşünülmesi. İşletmeye alınacak yeni bölge ve ürünlerin de aynı yapılanma ile yürütülmesi	2	4	Orta (8)
9	İthalat maliyetlerinin artması veya ithalatta aksama ya da gecikme olması	3	4	Orta (12)

10	Kamera kurulumlarında esnasında yanlış konumlandırma yapılarak, ilerleyen süreçte optimizasyon sürelerini uzatması	3	4	Orta (12)
11	Kamera kurulumlarının yapıldığı direklerin/alanların hava şartlarından etkilenmesi ve görüntü almayı engellemesi	3	4	Orta (12)
12	Alt yapı çalışmaları esnasında uygun numaralandırma/etiketleme yapılmaması sonucunda ortaya çıkacak eksiklikler/kayıplar	4	4	Yüksek (16)
13	Maliyet sebebiyle yeterli düzeyde olmayan veya mevcut donanım parkını karşılamaya uygun olmayan sunucu ve yazılım kurulumlarının yapılması	4	4	Yüksek (16)
14	Araç altı tanıma sisteminin önerilen alt yapıya uygun şekilde su tahliyesinin veya temizliğinin yapılmaması sonucu çalışırılığını etkilemesi	4	4	Yüksek (16)
15	Araç plaka tanıma kameralarının uygun konum ve temizliğinin yapılmaması sonucu çalışırılığının etkilenmesi	3	4	Orta (12)

Risklerin analizinde gerçekleşme olasılıkları 1-5 arasında 1 en düşük, 5 en yüksek olasılık olarak sıralanmış, aynı şekilde riskin gerçekleşmesi durumunda yaratacağı etki de 1-5 arasında 1 en az, 5 en fazla etki olmak üzere sıralanmıştır. Riskin gerçekleşme olasılığı ve etkisi birlikte değerlendirilerek riskin toplam derecesi belirlenmiştir.

Olasılıklar:

1. Çok düşük olasılık (%0-20 arası)
2. Düşük olasılık (%20-40 arası)
3. Orta olasılık (%40-60 arası)
4. Yüksek olasılık (%60-80 arası)
5. Çok yüksek olasılık (%80-100 arası)

Etkiler:

1. Çok az etki: Gerçekleştiği takdirde fazla önemsenmeyecek veya çok az önemsenecek bir etki, örneğin projenin bitiş tarihini etkilemeyecek miktarda bazı aktivitelerin gecikmesi veya bütçeyi fazla etkilemeyecek şekilde maliyetlerde oynama.
2. Az etki: Gerçekleştiği takdirde hafif bir etki, örneğin projede az miktarda gecikmeler, maliyetlerde az artışlar.
3. Orta etki: Gerçekleştiği takdirde orta dereceli bir etki, örneğin projede orta miktarda gecikmeler, maliyetlerde küçük artışlar.

4. Büyük etki: Gerçekleştiği takdirde önemli derecede bir etki, örneğin projenin önemli derecede gecikmesi, maliyetlerde önemli artışlar.

5. Çok büyük etki: Gerçekleştiği takdirde ciddi derecede bir etki, örneğin projenin uzun bir süre durması ve iptal olması, maliyetlerde altından kalkılamayacak derecede artışlar.

Bu olasılıklar ve etkilere göre risk dereceleri numaraları birbiri ile çarpılarak belirlenir. Buna göre dereceler aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 7. Olasılık ve etkisine göre risk dereceleri

Olasılık \ Etki	Çok az (1)	Az (2)	Orta (3)	Büyük (4)	Çok Büyük (5)
Çok düşük (1)	Anlamsız 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
Düşük (2)	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
Orta (3)	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
Yüksek (4)	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
Çok yüksek (5)	Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Kritik 25

Tablo 7.

9. Genel Değerlendirme ve Sonuç

Gerçekleştirilecek proje, önceki başlıklarda değinilen analizler dikkate alınarak proje hakkında özet bilgi ve genel değerlendirmesi yapılmalıdır.

Projenin içeriğinde yer alan görüntü işlem temelli güvenlik sistemleri, izleme, analiz, tespit ve bildirim süreçleri sonucunda yetkili mercilere iletilen alarmlar sayesinde suçlu tespitini hızlandırarak zamanında müdahale imkânı sunacak, buna bağlı olarak maddi tasarruf sağlayacak ve genel güvenlik ve huzur ortamını oluşturacaktır. Proje, toplumsal huzurun sürekliliği, suç oranlarının düşürülmesi ve güvenli yaşam ortamının sağlanması gibi avantajları beraberinde getirecektir. Bu çerçevede, finansal, sosyal ve çevresel etkileri pozitif yönde etkileyen bu proje, Akıllı Şehir uygulamaları arasında öne çıkmaktadır.

Dünya genelinde farklı ülkeler ve şehirler, Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri temelli akıllı şehir projelerini uygulamaktadır. Türkiye'de ise güvenlik, şüpheli davranış tespiti, araç algılama gibi güvenlik odaklı sistemler, uluslararası uygulamalardan belirgin farklılıklar göstermektedir. Bu bağlamda, Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri Platformu ile en uygun teknolojinin seçimi ve uygun altyapının oluşturulması büyük bir önem taşır. Proje sadece tespit işlevini aşan bir nitelik taşır; çünkü uygulanmasıyla hem insan sağlığına hem de çevre güvenliğine olumlu katkılarda bulunacaktır.

Bu proje, maddi kazançlar yanı sıra yaşam kalitesinin iyileşmesi gibi avantajları beraberinde getirir. Ayrıca, şehirlerde Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri projesi ve Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri Platformu gibi temel yapılar, farklı akıllı şehir uygulamalarının alt yapısını oluşturarak yeni projelerin hayata geçirilmesini kolaylaştırır.

10. Kaynakça

- [1] TÜBİTAK - TÜSSİDE. (Nisan 2021). Esenler Belediyesi Akıllı Şehir Uygulamaları Fizibilite Projesi. Görüntü İşlemeye Dayalı Güvenlik Sistemleri Ön Fizibilite Raporu.
- [2] Evli, A. (2020). Cape Canaveral Hava Kuvvetleri İstasyonu. *Teknoloji.org*.
<https://teknoloji.org/cape-canaveral-hava-kuvvetleri-istasyonu/>
- [3] Bischoff, P. (2023). Surveillance camera statistics: which cities have the most CCTV cameras?
Comparitech. <https://www.comparitech.com/vpn-privacy/the-worlds-most-surveilled-cities/>
- [4] <http://www.differencebetween.net/technology/difference-between-ip-camera-and-cctv/>
- [5] https://www.researchgate.net/publication/336796299_The_Security_of_IP-based_Video_Surveillance_Systems
- [6] <https://www.rimaelektronik.com/guvenlik-sistemleri-hakkinda/ip-tabanlı-videoya-gecmek-icin-10-neden.html>
- [7] <https://arxiv.org/abs/2007.15235>
- [8] <https://link.springer.com/article/10.1007/s41870-019-00364-0>
- [9] <https://blog.global.fujitsu.com/fgb/2021-01-20/technology-that-makes-predictive-crime-detection-possible/>
- [10] <https://www.cctvcalculator.net/en/>
- [11] <https://radio-physics.com/technology/>
- [12] <https://thruvision.com/>
- [13] R&S®QPS quick personnel security scanner | Rohde & Schwarz (rohde-schwarz.com)
- [14] <https://www.karel.com.tr/blog/plaka-tanima-sistemi-secerken-dikkat-edilmesi-gereken-10-nokta>
- [15] <https://www.axiomtek.com/Default.aspx?MenuId=Solutions&FunctionId=SolutionView&ItemId=36&Title=Vehicle+Detection+System>

- [16] <https://www.optex.co.jp/e/products/vehicle-detection/>
- [17] <https://www.bannerengineering.com/tr/tr/products/capabilities/vehicle-detection.html#all>
- [18] <https://www.smarter-together.eu/news/munichs-smart-lamp-posts-shine>
- [19] http://www.msdbj.com/EN/wulian_la.aspx
- [20] <https://www.videosurveillance.com/ip-video/intro-to-ip-video.asp>
- [21] <https://zayifakim.com/ir>
- [22] <https://www.st.com/en/nfc/st25-uhf-readers.html>
- [23] <https://zayifakim.com/nvr-nedir.html>
- [24] [https://bidb.itu.edu.tr/seyir-defteri/blog/2013/09/07/poe-\(power-over-ethernet---ethernet-%C3%BCzerinden-g%C3%BC%C3%A7](https://bidb.itu.edu.tr/seyir-defteri/blog/2013/09/07/poe-(power-over-ethernet---ethernet-%C3%BCzerinden-g%C3%BC%C3%A7)
- [25] <https://www.coolblue.nl/en/advice/wireless-receiver.html>