



GENİŞ ALAN GÖZETLEME SİSTEMLERİ



İşbu eserde yer alan veriler/bilgiler, yalnızca bilgi amaçlı olup, bu eserde bulunan veriler/bilgiler tavsiye, reklam ya da iş geliştirme amacına yönelik değildir. STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş. işbu eserde sunulan verilerin/ bilgilerin içeriği, güncelliği ya da doğruluğu konusunda herhangi bir taahhüde girmemekte, kullanıcı veya üçüncü kişilerin bu eserde yer alan verilere/bilgilere dayanarak gerçekleştirecekleri eylemlerden ötürü sorumluluk kabul etmemektedir. Bu eserde yer alan bilgilerin her türlü hakkı STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş.'ye aittir. Yazılı izin olmaksızın işbu eserde yer alan bilgi, yazı, ifadenin bir kısmı veya tamamı, herhangi bir ortamda hiçbir şekilde yayımlanamaz, çoğaltılamaz, işlenemez.

 Mert ALAY

1. GİRİŞ

Günümüzde sınır güvenliği ve kamu güvenliği alanlarında teknolojinin getirdiği olanaklar iyileştikçe güvenlik güçleri de yetenek ve etkinliklerini geliştiriyor. Özel güvenlik alanları, sınırlar, özel etkinlikler gelişmiş kameralarla gözetlenerek olası tehditler tespit edilebiliyor ve böylece zamanında müdahale mümkün olabiliyor. Bu alanlarda kullanılan kameralar oldukça faydalı olmalarına rağmen sabit konumda oldukları, keşif yöntemiyle konumları önceden kestirilerek atlatılabildikleri ve gözetlenemeyen kör noktaları olduğu için güvenlik riski taşıyor. Öte yandan her biri ayrı ayrı potansiyel istihbarat verisi taşıyan görüntüleri kaydeden geleneksel gözetleme sistemleri; bu görüntüleri birleştirmek, işlemek veya toplu görüntü verilerini analiz ederek belirli bir olayı, kişiyi ya da durum örüntülerini tespit etmek yeteneğine sahip değildir. Detaylı gözetleme yapabilen geleneksel sistemler genellikle küçük alanlarla sınırlı olup büyük alanlarda yetersiz kalır. Bu nedenle, şehir merkezi büyüklüğündeki alanları gece ve gündüz, detaylı ve sürekli biçimde gözetlemek için geniş alan gözetleme sistemleri (Wide Area Surveillance) kullanılıyor. Bu sayede geniş alanda meydana gelen değişiklikler kolayca takip edilebiliyor; hedef takibi, sınır güvenliği ve daha birçok farklı konuda bilgi elde ediliyor.

Geniş alan gözetleme sistemleri, meydana gelen bir olayın başlangıcından bitişine kadar kesintisiz bir kaydını sunarak, bu olayın incelenmesine ve güvenlik güçlerinin olayın ne olduğunu, nerede olduğunu ve nasıl gerçekleştiğini anlamasına yardımcı olur. Kayıtların kesintisiz bir şekilde erişilebilir olması olayın, olayı gerçekleştiren saldırganların ve olaya dahil olan diğer



Şekil 1: Logos Technologies şirketinin geliştirdiği geniş alan gözetleme sisteminden elde edilen örnek görüntü (solda), yeryüzünden gözetleme sisteminin görüntüsü (sağda)

paydaşların belirlenmesine ve takip edilmesine olanak sağlar. Geniş alana ait kayıtların saklanabilir olması ve geçmişe yönelik veya gerçek zamanlı olarak izlenebilmesi, alan üzerinde kesintisiz bir durumsal farkındalık sunar. Yüksek çözünürlüğe sahip kameralar tarafından alınan görüntüler dijital ortamda yüksek işlem gücüne sahip bilgisayarlar tarafından gerçek zamanlı olarak analiz edilebildiği için, aynı anda birden çok bölgedeki şüpheli davranış sergileyen araçlar izlenebilir. Sistem, davranışları sınıflandırdığı ve acillik durumuna göre önceliklendirdiği için, normalde insan tarafından takip edilemeyecek kadar çok sayıda olayın kolaylıkla izlenmesini sağlar.

2. GÖZETLEMEDE KULLANILAN HAVA PLATFORMLARI

2.1. HAVADA KALMA ŞEKİLLERİNE GÖRE

2.1.1. Motor Kullanarak Havada Kalan

Bir veya birden fazla motor kullanarak havada kalan platformlardır. Uçak, helikopter vs. gibi genellikle kanat/pervane sistemleri vardır. Genellikle gezici sistemler olup belirli bir bölge üzerinde uçarak gözetleme yaparlar. Yakıt tüketimleri sebebiyle motorsuz platformlara kıyasla daha maliyetlidirler.

2.1.2. Kaldırma Kuvveti Etkisiyle Havada Kalan (Aerostats)

Zeplin, balon vs. gibi kaldırma kuvveti etkisiyle havada kalan platformlardır. Bu platformların en büyük avantajı düşük maliyetle uzun süre gözetleme yapabilmeleridir. Platformun havada kalması için enerji harcanmadığından maliyet düşüktür. Havada kalma süreleri yüzlerce saati bulabilir. Bu platformlar genellikle insansız olup



Şekil 2: Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk Amerikan yapımı yüksek irtifa insansız gözetleme ve keşif uçağı



Şekil 3: TCOM 74M Aerostat

bir veya birden fazla halat veya kabloyla yere bağlıdır; sabit bir yerde ve yükseklikte asılı kalarak gözetleme yaparlar. Bu kablo ve halatlar balonu sabit yükseklikte tutmanın yanı sıra balon üzerindeki cihazların çalışması için gerekli elektriği aktarır, platform üzerindeki sensörlerle iletişimi ve veri transferini sağlar. Veri transferi için günümüzde genellikle fiber optik kablolar, balonlarda da yanıcı olmayan helyum gazı kullanılmaktadır. Gözetleme sistemi genellikle platformun alt kısmına monte edilir. Bu platformların en büyük dezavantajı, rüzgâr hızından etkilenebilirler. Her bir platformun güvenli bir şekilde çalışabileceği belli bir maksimum rüzgâr hızı vardır, platform bunu aşan bir hızda rüzgâra maruz kaldığında gözetleme aksayabilir. Platformların hareket kabiliyeti az olduğu için sistem ancak belli alanlarda görüntü alabilir. Bunlar genellikle geniş alanlar olmakla birlikte sabit sistemlerin gezici sistemlere kıyasla farklı bir bölgeye hareket ettirilmesi daha zordur.

2.2. İNSANLI VEYA İNSANSIZ OLMALARINA GÖRE

2.2.1. İnsanlı Hava Araçları

Bir veya birden fazla insan tarafından fiziksel olarak sevk ve idare edilen hava araçlarıdır. Kaza yapma ihtimalleri istatistiksel olarak insansız hava araçlarına göre daha düşüktür. Çünkü insansız hava araçlarıyla kıyaslandığında; bir sistem arızası durumunda, pilotun sorunun kaynağını bulup duruma müdahale etmesi gerekir. Hava aracını idare edecek personelin eğitimi fazladan bir maliyet oluşturur.

2.2.2. İnsansız Hava Araçları

Herhangi bir insan tarafından fiziksel olarak sevk ve idare edilmeyen hava araçlarıdır. Tamamen otonom olabilecekleri gibi insanların uzaktan kontrol ettiği sistemler de olabilirler. Çoğu durumda insanlı hava araçlarından daha uzun süre kesintisiz olarak görev yapabilirler. İnsan tarafından kullanılmadıkları için can kaybı tehlikesi yoktur. Ayrıca, personel eğitim gideri olmadığından maliyet görece düşüktür.

3. GÖZETLEMEDE KULLANILAN SENSÖRLER

3.1. EO/IR (ELEKTRO-OPTİK/KIZILÖTESİ) KAMERA

Elektro-optik algılayıcılar, elektromanyetik enerjiyi ölçerler. Pasif görüntüleme cihazlarıdır, kendi enerji kaynakları yoktur, diğer bir deyişle ışığı veya ışıktaki değişimi ölçüp bunu elektrik sinyallerine dönüştürürler. Ölçtükları elektromanyetik enerji, Güneş'ten gelip Dünya yüzeyinden yansıyan enerjidir. İnsan gözünün görebildiği elektromanyetik spektrum aralığını ölçtükları için sadece gün ışığında çalışırlar. İnsan gözü tarafından algılanamayan kızılötesi bandı ölçmek için (veya yalnızca gece kullanımı için) termal kamera kullanılması daha uygundur. EO kameralar ile

panchromatic (çok bandın birleştirilmesi ile siyah-beyaz görüntü), multispectral (15 bandın altında) veya hyperspectral (100 banda kadar) görüntüler elde edilebilir. Bu görüntülerin farklı özellikleri ve kullanım alanları vardır. Örneğin, panchromatic görüntüler şehirlerin büyüme ve gelişmesini izlemek için tercih edilirken, multispectral görüntüler toprak örtüsünün sınıflandırılması veya su derinliklerinin belirlenmesi için daha uygundur.

3.2. TERMAL-KIZILÖTESİ KAMERA

Termal görüntüleme teknolojisi cisimlerden yayılan ve insan gözü tarafından algılanamayan kızılötesi enerjiden elde edilen enformasyonu görünür hale dönüştürür. Nesnelerin sahip olduğu farklı sıcaklıklar farklı renk tonları olarak görünür, çünkü nesnelere sıcaklıklarına göre farklı dalga boylarında ışınlar yayar. Termal kızılötesi kamera ve sensörler, EO/IR kameralara göre daha uzun dalga boylarını ölçer. Bu sistemler görünür ışık bandında çalışan kameralara kıyasla çoğu zaman daha düşük çözünürlüğe sahip görüntüler sağlamanın yanı sıra özellikle gece görüntü alabildikleri için önemlidir. Sis, toz ve duman gibi faktörlerden çok etkilenmezler. Kamera ve optik kalitesi ile çevre şartlarına bağlı olarak 0.01 dereceye kadar olan sıcaklık farklarının bile termal kamera tarafından algılanması mümkündür.

3.3. SENTETİK AÇIKLIKLI RADAR

SAR sensörleri aktif görüntüleme sistemleridir. Bunlar, elektromanyetik spektrumun mikrodalga bölümünde yer alan bir radar sinyali yayar ve Dünya yüzeyine çarpıp geri dönen sinyalin dayanıklılığını ve diğer özelliklerini ölçerler. Bu sensörler karanlıkta, sis ve bulutlu alanlarda görüntü alabilir. SAR sistemleri, elektro optik sistemlerden daha uzun dalga boylarında çalışır. Genellikle devamlı bulut, sis veya karanlık olan alanların görüntülenmesinde ve fay gibi gizli yüzey şekillerinin ortaya çıkarılmasında kullanılırlar.

3.4. GMTI (GROUND MOVING TARGET INDICATION)

GMTI özellikle yerdeki hareketli araçların geniş bir alan içinde takip edilmesinde ve gözetlenen hedefin diğer araçlardan ayırt edilmesinde kullanılır. Temel prensibi hareketli objelerin hareketsiz objelerden ayrılmasına dayanır. Hedefin hareket edip etmediği, hedefin rotası, ne hızla ilerlediği gibi bilgiler bu radarla elde edilir.

3.5. LAZER TARAYICILAR/LİDAR

Lidar (Light Detection and Ranging) lazer ışınlarıyla çalışır. Lidar cihazından çıkan ışınlar yüzeye çarparak yansıma yapar ve aradaki bu zaman farkı kullanılarak yüzeyin uzaklığı belirlenir. Saniyede binlerce lazer demeti gönderilerek yüzeyin tamamı üç boyutlu olarak modellenebilir. Eğer LİDAR cihazı hareketli bir platforma monte edilirse, bu hareketin detaylarının ve konum bilgisinin bilinmesi gerekir. Genellikle haritacılık ve inşaat gibi alanlarda tercih edilir. Elde edilen üç boyutlu arazi yüzey modeli üzerinde bulunan detaylar görülebilir ve bu sayede hassas projelendirme çalışmaları yapılabilir.

4. VERİ İŞLEME

Havadan gözetleme yapan sistemler, bir veya birden fazla sensör veya kameraya sahip olabilir. Farklı tipteki sensörler, topladıkları verileri eşzamanlı olarak yer istasyonunda veya platformda bulunan veri işleme ünitesine gönderir ve bu veriler gözetleme veri işleme sistemi tarafından işlenerek görüntülenir.

Veri işleme sistemlerinin yaptığı bir işlem de mozaiklemedir. Gözetlenecek alan, hücrelere bölünür ve sensörler aynı zaman aralıklarında farklı hücrelerden görüntü elde ederler. Tek bir sensör olması durumunda, bu işlem sensör veya kameranın hareket ettirilerek farklı zaman aralıklarında farklı hücrelerin görüntülerinin elde edilmesiyle gerçekleşir. Daha sonra elde edilen bu görüntüler veri işleme sistemi tarafından birleştirilerek gözetlenmek istenen geniş alanın görüntüsü oluşturulur. Birleştirme işlemi görüntüler gelmeye devam ederken yapılabileceği gibi, görüntülerin tümü elde edildikten sonra da gerçekleştirilebilir.

Bir diğer işlem olan hedef takibinde ise sensör veya sensörler hedefin pozisyonuyla ilgili verileri, pozisyon her değiştiğinde, işleme ünitesine gönderir ve bu veriler işlenip birleştirilerek hedefin her durumdaki pozisyonu tahmin edilir. Bu sayede hedefin izlediği rota gerçek zamanlı olarak belirlenebilir.

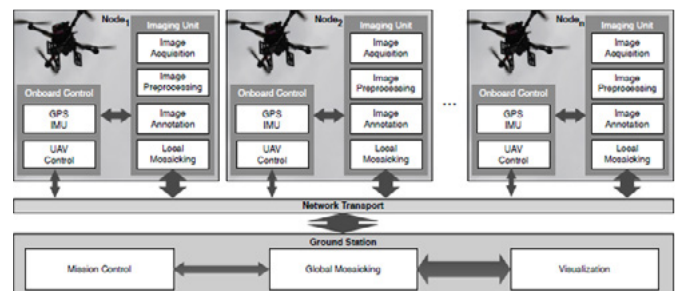
Mozaikleme ve veri birleştirme işlemlerinde dikkat edilmesi gereken nokta farklı tip sensörlerden gelen verilerin farklı özelliklere sahip olduğudur.

Genel olarak gözetleme sistemleri, verileri platform üzerinde işleyerek yer istasyonuna gönderir. Farklı sensörlerden alınan işlenmiş veriler yer istasyonunda birleştirilir, görüntülenir ve varsa müşterinin istediği ek işlemler (obje sınıflandırma veya segmentasyon gibi) yer istasyonunda gerçekleştirilir.

Birden fazla platformdan gelen veriler olabileceği gibi aynı platform üzerinde aynı veya farklı bölgeleri görüntüleyen farklı sensörlerden gelen veriler de isteğe göre platform üzerinde veya yer istasyonunda birleştirilebilir.

4.1. PLATFORM ÜZERİNDE VERİ İŞLEME

Alınan görüntüler yer istasyonuna gönderilmeden platform üzerinde çeşitli işlemlerden geçirilir. Bu işlemler; genellikle görüntünün elde edilmesi, işlenmesi, özelliklerinin belirlenmesi ve yerel olarak mozaikleştirilmesidir. Bu



Şekil 4: Birden fazla kamera veya sensör kullanan bir gözetleme sisteminin veri işleme ve transfer şeması

işlemler sonucunda görüntüler yer istasyonuna gönderilir. Bu işlemlerin yapılması için gerekli olan görüntüleme ünitesinin eklenmesinin platformun taşıyacağı yükü artıracığı hesaba katılmalıdır.

4.2. YER İSTASYONUNDA VERİ İŞLEME

Gelen görüntüler gözetleme yapılan alanın tamamını kapsayacak şekilde mozaikleme işleminden geçirilir, ek işlemler görüntü üzerinde gerçekleştirilir ve görüntüler. Günümüzde video stabilizasyon, değişiklik algılama, çoklu nesne ve hedef takibi ve hedeflerin koordinatlarının belirlenmesi gibi kompleks işlemler, görüntü işleme ve makine öğrenmesi algoritmalarıyla genellikle yer istasyonunda gerçekleştiriliyor.

5. DÜNYADAN ÖRNEKLER

5.1. ZALA AERO GROUP (T-C350) – ENDÜSTRİYEL ALAN GÖZETLEME

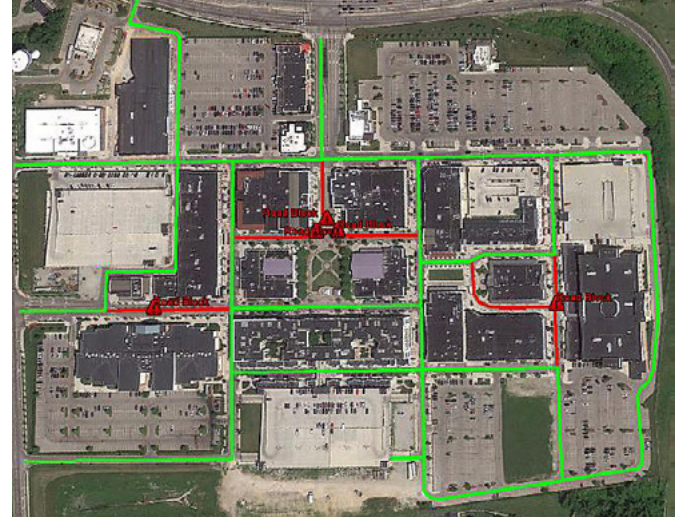
200 kg ağırlık taşıyabilen, üzerinde 27 km menzilli EO/IR kamera ve 125 km menzilli GMTI radar bulunan, toplam 50.000 km²lik bir alanı tarayan bir geniş alan gözetleme platformudur. Yer istasyonuna kablolarla bağlıdır ve maksimum 914 metre yüksekliğe çıkabilmektedir. 40 gün havada kalabilen bu platform yer istasyonu ile olan iletişimini fiber optik kablolar vasıtasıyla sağlar. Haziran 2013'ten itibaren Ortadoğu bölgesindeki endüstriyel alanların ve sanayi bölgelerinin gözetlenmesinde kullanılmaktadır.

5.2. PSS (PERSISTENT SURVEILLANCE SYSTEMS) – SUÇLA MÜCADELE, TRAFİK KONTROLÜ

HawkEye II'nin trafik analizleri, trafikte gerçek zamanlı hedef takibi, trafik akışının kontrolü ve yönetilmesi, sınır güvenliği, sınırlardaki kaçak geçişlerin tespit edilmesi, inşaat alanlarının gözetlenmesi, özellikle büyük şehirlerde suçla mücadele ve suçluların takibi ve büyük toplulukların gözetlenmesi (eylem veya spor müsabakaları gibi) gibi birçok kullanım alanı vardır.



Şekil 5: T-C350 Geniş Alan Gözetleme Platformu



Şekil 6: HawkEye II ile alternatif rota belirlenmesi

5.3. LOGOS TECHNOLOGIES – ÇOKLU SENSÖR GENİŞ ALAN SÜREKLİ GÖZETLEME SİSTEMİ

Logos Technologies şirketi insanlı veya insansız hava araçlarına veya aerostatlara monte edilebilen çeşitli sensör sistemleriyle müşterinin ihtiyaçlarına özel çözümler sunmaktadır.

5.4. TCOM 71M LASS (LOW ALTITUDE SURVEILLANCE SYSTEM) – UYUŞTURUCU İLE MÜCADELE

ABD ve Meksika sınırından uyuşturucu geçişini engellemek amacıyla kullanılmıştır.



Şekil 7: TCOM 71M balon (alt tarafına AN/TPS-63 adı verilen gözetleme radar sistemi monte edilmiştir)

5.5. LOCKHEED MARTIN 420K – SINIR GÜVENLİĞİ

ABD'de günlük operasyonlarda kullanılan tek büyük aerostat (balon) olan 420K, L-88 radar sistemiyle sınır güvenliğini sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle alçaktan ve yavaş uçan hava araçlarını ve yüzeydeki hedefleri belirlemek için optimize edilmiştir.



Şekil 8: Lockheed Martin 420K balon (alt tarafına Lockheed Martin L-88 adı verilen gözetleme radar sistemi monte edilmiştir)

5.6. NORTHROP GRUMMAN RQ-4 GLOBAL HAWK – KEŞİF VE GÖZETLEME

Amerikan yapımı, yüksek irtifa insansız hava aracıdır. Silahsız olup keşif ve gözetleme maksatlı algılayıcılarla donatılmıştır.



Şekil 9: RQ-4 Global Hawk

5.7. RAID (RAPID AEROSTAT INITIAL DEPLOYMENT) – ROKETATAR SALDIRILARINI ÖNLEME

2001 yılında, Amerikan ordusu RAID programı altında Afganistan’da üç adet TCOM 15M gözetleme balonu kullanmıştır. Kısa menzilli gözetleme yapan bu balonlar (birkaç kilometre) olası roketatarlı saldırılara karşı erken bir savunma sistemi olarak kullanılmıştır.



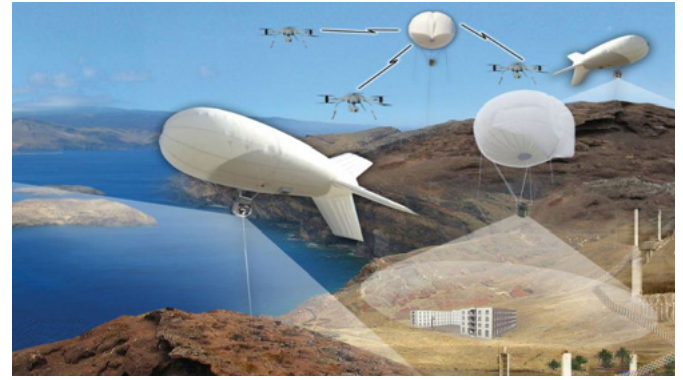
Şekil 10: TCOM 15M balon

GENİŞ ALAN GÖZETLEME SİSTEMLERİ

6. TÜRKİYE’DEN ÖRNEKLER

6.1. ASELSAN, KARAGÖZ BALONLU GÖZETLEME SİSTEMİ

ASELSAN tarafından geliştirilen bu sistem; kritik tesisler ile sabit askeri birliklere havadan sürekli gözetleme, kritik tesis güvenliği, bölgesel haberleşme gibi görev ihtiyaçlarına göre geniş alan gözetleme, istihbari bilgi ve erken ikaz yeteneği sağlamaktadır. Karagöz, elektro-optik kamera, radar ve haberleşme rölesi gibi farklı faydalı kamera ve sensör seçenekleriyle değişik görevler için uyarlanabiliyor.



Şekil 11: ASELSAN Karagöz Balonlu Gözetleme Sistemi

6.2. ESEN SİSTEM ENTEGRASYON, GENİŞ ALAN GÖZETLEME SİSTEMİ

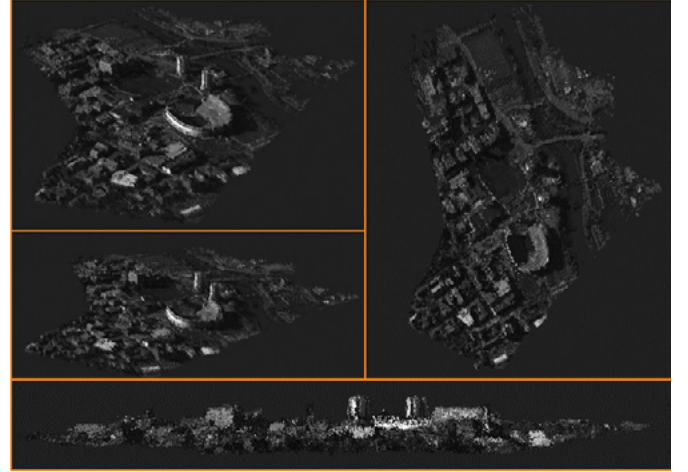
Geniş alanda hareket tespiti, şüpheli araç/insan takibi, konvoy koruma, operasyon izleme, anormal durum tespiti ve olay öncesi tahminler gibi amaçlar için kullanılabilen bu sistem, şehir merkezi büyüklüğündeki bir alanda (~20km²) sürekli gözetleme imkânı sağlamaktadır.



Şekil 12: ESEN Sistem Entegrasyon, Geniş Alan Gözetleme Sistemi



Şekil 13: Akıncı İHA



Şekil 14: KUARTIS Geniş Alan Sürekli Keşif ve Gözetleme Sisteminden alınan örnek görüntüler

6.3. BAYKAR MAKİNA, AKINCI İNSANSIZ HAVA ARACI

24 saat kesintisiz havada kalabilen, yaklaşık 12.000 metre irtifaya sahip, üzerinde SAR ve EO/IR kamera bulunan silahlı insansız hava aracıdır. Geniş alan gözetleme ve keşif amacıyla da kullanılabilir olan bu insansız hava aracının 2019 yılında göreve başlaması bekleniyor.

6.4. KUARTIS TEKNOLOJİ VE DANIŞMANLIK, GENİŞ ALAN SÜREKLİ KEŞİF VE GÖZETLEME SİSTEMİ

KUARTIS, bu projede tasarlanan kamera diziliminden elde edilen görüntülerin gösterimi ve değerlendirilmesi için bir görüntü işleme/bilgisayarlı görüntü kütüphanesi geliştirmiştir. Kütüphane dahilinde mozaikleme, video stabilizasyon, değişiklik algılama, çoklu nesne takibi ve 3B geri çatım gibi işlevler bulunuyor.

7. SONUÇ

Günümüzde birçok şirketin üzerinde çalıştığı ve çözümler sunduğu bir alan olan havadan geniş alan gözetleme teknolojileri sınır güvenliği, hedef takibi, terörle mücadele, nesne tanıma ve sınıflandırma, haritalandırma ve inşaat gibi birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Dünya’da ve Türkiye’de birçok örneği bulunan bu teknolojiler her geçen gün gelişmekte ve yaygın kullanım alanları bulmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] Parsch, Andreas. (2005), “Tethered Aerostats”, Directory of U.S. Military Rockets and Missiles, <http://www.designation-systems.net/dusrm/app4/aerostats.html>
- [2] Suas News. (2013), “The T-C350 system by A-NSE : A Permanent Aerial Surveillance for Wide Areas”, 17.05.2013, <https://www.suasnews.com/2013/05/the-t-c350-system-by-a-nse-a-permanent-aerial-surveillance-for-wide-areas/>
- [3] Lockheed Martin, “Lighter than Air Aerostats & Stratospheric Airships”, <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/unmanned-aerostats-airships-and-lighter-than-air-technology.html>
- [4] Northrop Grumman, “Global Hawk – 20 Years of Flight”, <http://www.northropgrumman.com/Capabilities/GlobalHawk/Pages/default.aspx>
- [5] Defense Industry Daily.(2014), “The USA’s RAID Program: Small Systems, Big Surveillance Time”, 23.11.2018, <https://www.defenseindustrydaily.com/the-usas-raid-program-small-aerostats-big-surveillance-time-02779/>
- [6] ASELSAN. (2017), “Karagöz Balonlu Gözetleme Sistemi Ürün Ailesi”, 23.11.2018, https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/basin-odasi/Brosurler/Gudum-ve-Insansiz-Sistemler/KARAGOZ_TR.pdf
- [7] Esen Sistem Entegrasyon. (2017), “Geniş Alan Gözetleme”, 23.11.2018, <http://www.esensi.com.tr/tr/genis-alan-gozetleme/>
- [8] Millisavunma.com. (2018), “Akıncı Taaruzi İHA”, 23.11.2018, <http://www.millisavunma.com/akinci-taaruzi-ih/>
- [9] Kuartis. (2012), “Sürekli Keşif ve Gözetleme Sistemi”, 23.11.2018. <http://www.kuartis.com/tr/project/genis-alkan-kesif-gozetleme-goruntu-isleme/>



thinktech
STM Teknolojik Düşünce Merkezi
<http://thinktech.stm.com.tr>

