



ANTI-DRONE SAVUNMA SİSTEMLERİ

TREND ANALİZİ MAYIS 2019



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.

 Özgür SÜTÇÜOĞLU & Mert ALAY

1. GİRİŞ

Anti-Drone Sistemler, genellikle potansiyel saldırıları önlemek için İnsansız Hava Araçlarını (İHA) tespit ederek etkisiz hale getirmek için kullanılan sistemlere verilen genel isimdir. Drone'ların kullanım alanlarının yaygınlaşmasıyla sivil ve askeri alanlara yönelik tehditlerin artması sonucu anti-drone sistemler her geçen gün daha da önem kazanmakta ve güvenlik güçleri tarafından çok daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Şubat 2018 itibarıyla piyasada satışta olan veya geliştirilme aşamasında bulunan 235 adet anti-drone sistem söz konusudur^[1].

NATO'nun 2003 yılında yayınladığı rapor bu konuda bir başlangıç noktası olarak kabul edilebilir. Bu raporda yavaş, küçük ve alçaktan uçan cisimlere karşı savunma amacıyla yerde konuşlandırılmış savunma sistemleri üzerinde duruluyordu. 2008 yılında RAND Corporation tarafından yayınlanan bir raporda ise insansız hava araçlarının Amerika Birleşik Devletleri (ABD) için ortaya çıkardığı tehditlerden söz ediliyordu. Bu raporla, insansız hava araçlarının kötü amaçla kullanımının önlenmesi için etkisiz hale getirilmesine duyulan ihtiyacın arttığı görüldü^[1]. O tarihten itibaren birçok organizasyon, laboratuvar ve firma insansız hava araçlarının ortaya çıkarabileceği tehditlere karşı çözüm arayışına girdi.

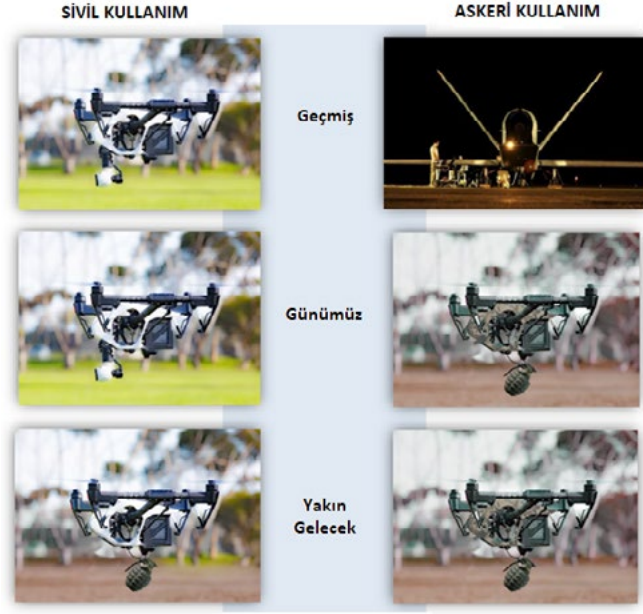
Birçok kötü niyetli grubun saldırılarını gerçekleştirmeden önce veya saldırı esnasında drone kullandığı bilinmektedir. Gezici hedeflerin yerlerinin tespit edilmesi, alanın veya kişinin saldırı öncesinde kontrol edilmesi ve doğrudan saldırının gerçekleştirilmesi amacıyla bu gruplar tarafından yaygın olarak kullanılan drone'lar, teknolojinin gelişmesiyle son yıllarda daha akıllı hale gelmiş

ve bu nedenle anti-drone sistemlerle ilgili çalışmalar hız kazanmıştır.

Çeşitli silah ve bombaların entegre edilebildiği drone'lar günümüzde birçok ülke tarafından askeri operasyonlarda çeşitli hedefleri etkisiz hale getirme ve sınır ötesi operasyonlarda keşif ve bombalama amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Yakın gelecekte temin edilmesi daha da kolaylaşacak olan drone'ların kullanımı sadece askeri değil sivil alanda da artacaktır. Burada video ve görüntü elde etmek için kullanılan eğlence ve iş amaçlı drone'lara ek olarak silah veya bomba entegre edilmiş drone'ların kötü niyetli kullanımının artacağı öngörülebilir. Anti-drone sistemlerinin geliştirilmesinin önem kazanmasının en büyük sebeplerinden biri bunun yaratabileceği büyük tehliktir.

2. İHA/DRONE NEDİR?

İnsansız hava aracı içinde herhangi bir kullanıcı insan bulunmayan, uzaktan kontrol edilebilen veya programlanabilen araçlara verilen genel isimdir. İHA terimi genel olarak hava aracının kendisini tanımlamak için kullanılır. Aracın üstünde bulunan kamera, iletişim sistemleri ve benzeri ekipmanları kapsamaz. Bu ekipmanlar opsiyonel olarak araç üzerinde bulunabilir. İHA için herhangi bir büyüklük kriteri söz konusu değildir. Hava aracının içinde fiziksel olarak bir kullanıcı bulunmaması şartıyla çok küçük ve çok büyük ölçekli hava araçları bu başlık altında sayılabilir.



Şekil 1: Gelecekte sivil kullanımda bomba ve silah yüklü drone'ların artmasıyla drone tehdidinin büyümesi beklenmektedir. (<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/255103/255103.pdf>, orijinal görüntü üzerinde oynamalar yapılmıştır.)

Drone terimi sivil kullanımda ise genellikle ses ve video kaydı yapabilen, görüntü alabilen, eğlence veya iş amacıyla kullanılan zararsız hava araçlarını kapsar. Bununla beraber drone kelimesi literatürde insansız hava araçlarının tehlike arz eden durumlarda kullanılanlarını belirtir. Teröristlerin kullandığı insansız hava araçlarından çoğu zaman drone olarak söz edilmektedir. Aynı zamanda bunlara karşı mücadelede askeri güçler tarafından kullanılan hava araçları da bu isimle anılmaktadır. İHA'lar da olduğu gibi boyut bakımından herhangi bir sınırlama söz konusu değildir.

Boyut Sınıfı	Maksimum Görev Menzili	Yük (kg)
Nano	100-500 m	> 0,2
Mikro	5 km	0,2-0,5
Mini	25 km	0,5-10
Küçük	50-100 km	5-50
Taktiğe ait	> 200 km	25-200

Tablo 1: İHA ve drone'ların boyut sınıflandırması



Şekil 2: İHA veya drone olarak adlandırılabilir örnek bir hava aracı (<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/255103/255103.pdf>)

Tablo 1'de İHA ve drone'ların boyutlarına göre, maksimum görev menzili ve taşıyabileceği yük (payload) bakımından sınıflandırılması görülmektedir^[2].

Drone ve İHA terimleri arasında kesin bir ayrım yoktur ve çoğu zaman birbirleri yerine kullanılabilir. Genellikle, tehlike arz eden durumlar ve saldırılar için drone terimi kullanıldığı için, yazının devamında bu tür hava araçlarından drone olarak bahsedilecektir.

3. İHA/DRONE TEHDİTLERİ

İHA ve drone'lar kolay temin edilebildiği için günümüzde birçok grup saldırılarını bu araçları kullanarak gerçekleştirmektedir. Yakalanma riskinin az olması, saldırılar için insan gücüne ihtiyaç bulunmaması ve uzaktan kontrol edilebilmesi başlıca tercih sebebi olan bu araçların askeri üslere, havalimanlarına ve kritik tesislere yapılan saldırılarda kullanılmasının birçok örneği vardır.

3.1 Şırnak Silopi Saldırısı

Terör örgütü PKK mensuplarınca, Şırnak'ın Silopi ilçesinde konuşlu bulunan askeri birlik ve güvenlik güçlerine yönelik bomba yüklü iki drone ile yapılan saldırı güvenlik güçlerinin dikkati sayesinde önlenmiştir. Drone'lar güvenlik birimlerince tespit edilip dronesavarlar ve teknik cihazlar kullanılarak etkisiz hale getirilmiş ve can kaybı önlenmiştir^[3].

3.2 Yemen Husi Saldırısı

Yemen'de Husiler tarafından askeri bir üsse yapılan saldırıda altı kişi hayatını kaybetmiştir. Husiler bu saldırının Suudi Arabistan destekli Abd Rabbu Mansour Hadi hükümetine karşı bir misilleme saldırısı olduğunu belirtmişlerdir^[4].



Şekil 3: Silopi'de saldırı öncesi tespit edilen drone görüntüsü (<https://www.haberturk.com/sirnak-haberleri/66481747-silopide-teroristlerden-droneli-saldiri-girisimi>)



Şekil 4: Drone saldırısından sonra askerler al-Anad hava üssünde inceleme yaparken. (https://www.theguardian.com/world/2019/jan/10/houthi-drone-attack-on-yemeni-base-kills-several-people-reports)

3.3 Gatwick Havalimanına Saldırı

İngiltere’de bulunan Gatwick Havalimanına kimliği belirsiz kişi veya kişiler tarafından yapılan saldırı sonucunda havalimanı 36 saat boyunca uçuş trafiğine kapatılmıştır. Yaklaşık 100.000 kişiyi etkileyen bu olay hükümetin askeri müdahalesi ve askeri ekipmanların kullanımıyla önlenmiş ve havalimanı tekrar uçuş trafiğine açılmıştır. Hava trafik kontrolü için kullanılan radarların drone ve İHA gibi küçük cihazlar için etkili olmadığını belirten yetkililer drone’u ancak termal görüntüleme sayesinde tespit edebilmiştir^[5].

Modern drone’lar genellikle RF sinyal karıştırma (RF jammer) kullanılarak etkisiz hale getirilememektedir. Önceden programlanmış olmadığı ve herhangi bir radyo linki üzerinden anlık olarak kontrol edilmediği için bu drone’un etkisiz hale getirilmesi bu kadar uzun sürmüştür. Kimin tarafından gerçekleştirildiği hâlâ belirsiz olan bu olay son zamanlarda bir havaalanına yapılan en etkili drone saldırısı olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 5: 36 saat boyunca hava trafiğine kapatılan Gatwick Havalimanı’nda bekleyen yolcular (https://www.express.co.uk/news/uk/1061617/gatwick-airport-drone-flights-cancelled-travellers-rage)

4. DRONE TESPİT YÖNTEMLERİ

4.1 Radar

Gönderilen elektromanyetik dalgaların drone’lara çarpıp geri dönmesi prensibiyle çalışan radar sayesinde drone’lar tespit ve takip edilir. Radarlar, kendi elektromanyetik dalgalarını yolladığı için etkin olarak sınıflandırılır. Bu sistemler radar imzası sayesinde drone’ları ve alçaktan uçan kuşlar gibi diğer küçük cisimleri ayırt edebilen algoritmalarla sahiptir. Radar imzası, bir hedefin karakteristik yansıma işaretlerine ait verilerden meydana gelir. Bu, hedefin tipini ya da en azından doğasını tespit etmeye yarayan parmak izi gibidir. Her türlü hava koşulunda görev yapabilmesi bakımından drone tespit yöntemi olarak çok yaygın kullanılmaktadır.



Şekil 6: X-bant Radar

4.2 Radyo-Frekans (RF)

Drone’ların komuta ve veri indirme frekans bantlarını tarayarak tespit yapar. Kendi elektromanyetik dalgasını üretmez ve yollamaz, bu nedenle pasif olarak sınıflandırılır. Çalışma prensibi radara benzetmekle beraber pasif olmasıyla radardan ayrılır. Otonom uçan drone’lar kullanıcısıyla herhangi bir frekans bandını kullanarak haberleşmediği için onlara karşı etkisiz bir yöntemdir.

Günümüzde piyasada bulunan, eğlence ve iş amacıyla kullanılan drone’lar genellikle radyo kontrol sinyaliyle çalışır ve genel olarak on-board bir veri linki vericisi barındırır. Spektrum görüntüleme adı verilen yöntemle frekans bantları görüntülenebilir ve drone’un veri transferi yaptığı frekans bandı belirlenebilir. Radarda olduğu gibi bu yöntem kullanıldığında da drone’lar ve kuşlar gibi alçaktan uçan diğer cisimler, elektromanyetik dalgaların hedeften yansımasıyla ortaya çıkan karakteristik yansıma işaretleri kullanılarak ayırt edilebilir. Bu yöntemin en önemli avantajlarından biri de drone’un sadece konumunun değil, kontrol edildiği yerin de bulunabilmesidir.

4.3 Elektro-Optik (EO) Kamera

Elektro Optik kamera sistemleriyle alınan görüntüden drone'un tespit edilmesi yöntemidir. Kendi enerji kaynakları olmadığı ve Güneş'ten gelip cisimlerden yansıyan elektromanyetik enerjiyi ölçtükleri için pasif görüntüleme cihazları olarak adlandırılırlar. Genellikle radar sistemleriyle beraber, bu sistemler tarafından tespit edilen drone'ların sınıflandırılması için kullanılır. İnsan gözünün görebildiği elektromanyetik spektrum aralığını da ölçtükleri için kötü hava koşullarında alınan görüntü bozulduğu için etkisizdir.



Şekil 7: Elektro-Optik Kamera

4.4 Kızılötesi/Termal Kamera

Cisimlerden yayılan ve insan gözü tarafından algılanamayan kızılötesi enerjiden elde edilen bilginin görünür hale dönüştürülmesi termal görüntüleme teknolojisi tarafından sağlanır. Pasif sistem olarak sınıflandırılır.

Nesnelerin sahip olduğu farklı sıcaklıklar farklı renk tonlarında görünür. Her cismin ısı imzasının termal görüntülemeye farklı özelliklere sahip ayırt edici sonuçlar vermesi prensibine dayanarak çalışır. Bu sistemler görünür ışık bandında çalışan kameralardan farklı olarak gündüz veya gece yüksek netlik ve çözünürlükte görüntü elde eder. Kötü hava koşullarından etkilenmez ve çok küçük sıcaklık farklarını bile ayırt edebilir.

4.5 Akustik

Bu yöntemle drone motor ve pervane sesinden tespit edilir. Drone'lar daha önceden oluşturulan ve bilinen akustik drone imzalarını barındıran bir kütüphane yardımıyla sınıflandırılır. Akustik imza, bir cihazın yaydığı ayırt edici akustik yayılımlardan oluşur. Drone tespit edildikten sonra sinyal işleme teknikleri kullanılarak drone'un yeri de tespit edilebilir. Ortam dinlemesi yapıldığı için tespit menzili kısadır. Hava koşulları ve çevre gürültüsünden olumsuz etkilenir.

4.6 Çoklu Tip Sensörler

Daha kesin sonuçlar elde etmek ve hata oranını düşürmek için birden fazla tespit yönteminin beraber kullanılmasıdır. En yaygın olanı radar ve EO kamerasının beraber kullanılmasıdır. Bu sayede hem tespit hem de sınıflandırmada daha doğru sonuçlar elde edilir. Aynı zamanda akustik sensörler ile EO ve termal kameraların beraber kullanılması da yaygındır.

5. DRONE DURDURMA YÖNTEMLERİ

5.1 RF Karıştırma (RF Jammer)

Drone'un kullanıcısıyla arasındaki sinyal bağlantısını kesme prensibine dayanır. Otonom sistemlerde böyle bir haberleşme olmadığı için bu yöntem etkisiz kalmaktadır. Kullanıcısıyla bağlantısı kesilen drone olduğu yere iner veya gönderildiği konuma geri döner. Günümüzde GPS karıştırmayla beraber en yaygın kullanılan yöntemdir. Gelişen teknolojiyle birlikte drone'ların programlanabilmesi ve otonom görev yapma kabiliyetlerinin artmasıyla gelecekte daha az kullanılacakları söylenebilir.

Irak ve Suriye gibi kalabalık olmayan dağlık bölgelerde bu yöntem çok başarılı sonuçlar vermektedir ve günümüzde birçok askeri güç tarafından kullanılmaktadır. Ancak, kalabalık alanlarda bu yöntem kullanıldığında çevredeki diğer haberleşme cihazları da etkilenmektedir. Örneğin, binlerce insanın bulunduğu bir alanda bu yöntemin kullanılması haberleşme ağlarını etkileyerek birçok insanın cep telefonu kullanımını engelleyebilir.

5.2 GPS Karıştırma (GPS Jammer)

Drone'un uydudan GPS sinyali almasını engelleyerek drone'u etkisiz hale getirir. Drone olduğu yere iner, havada asılı kalır veya gönderildiği konuma döner. Çok yaygın olarak kullanılan bu yöntem, uydu bağlantısı olmayan ve otonom olarak görev yapan drone'lar karşısında etkisiz kalmaktadır.

2018 yılında meydana gelen bir olayda GPS karıştırma sistemlerinin ne derece etkili olabildiği gözler önüne serilmiştir. Hong Kong'da bir festival esnasında Victoria limanı üzerinde 100 drone ile yapılan ışıklı koreografik gösteri sırasında bilinmeyen kişi veya kişiler tarafından kullanılan GPS jammer ile drone'ların 46'sı yere düşürülmüştür. Yetkililer yaklaşık 127.000 dolarlık hasar meydana geldiğini belirtmiştir^[6].



Şekil 8: RF Jammer

5.3 Aldatma

Aldatma veya manipülasyon adı verilen bu yöntemde drone'un haberleşme hattı ele geçirilir ve drone kontrol altına alınır. Drone'larda da bilgisayarlar ve cep telefonları gibi yüzde 100 korunma sözkonusu değildir ve bu nedenle ele geçirilmeleri mümkündür.



Şekil 9: Drone'ların koreografik gösterisi – drone'lar düşürülmeden önce (<https://liteye.com/hk1-million-in-damage-caused-by-gps-jamming-that-caused-46-drones-to-plummet-during-hong-kong-show/>)

2013 yılında Samy Kamkar isimli bir hacker, kendi geliştirdiği Raspberry Pi kullanan drone'uyla birçok başka drone'un kontrolünü ele geçirmeyi başarmıştır. 2016 yılında ise Nils Rodday isimli güvenlik uzmanı, San Francisco'da polis güçlerinin kullandığı 35.000 dolarlık drone'ların kontrolünü tamamen ele geçirebileceğini göstermiştir. Birçok drone'a kıyasla çok daha gelişmiş olan bu drone'ların ele geçirilmesi, kötü niyetli grupların devletler tarafından kullanılan silahlı drone'ları ele geçirerek büyük bir tehlike yaratabileceğini gözler önüne sermiştir.

5.4 Lazer

Bu yöntemle lazer ışını yönlendirerek drone'u düşürmek hedeflenir. Lazer, görüntü çipine yoğun ışık ileterek drone'un görüşünü (kamarasını) engeller. Lazerin, drone üzerinde yaptığı etki, uzun bir süre kapalı yerde kalan bir insanın aniden dışarı çıktığında gözü hemen aydınlığa alışmadığı için kısa bir süre dışarısını çok aydınlık görmesine benzetilebilir.

Bu yöntemde en büyük risk, yanlışlıkla helikopter ya da uçak pilotlarının da hedef alınabilmesidir.

5.5 Ağ

Drone, ağ atıp pervanelerini etkisiz hale getirilerek düşürülür veya yakalanır. Ağ, bir başka drone ile taşınabileceği gibi herhangi bir cihaz yardımıyla da fırlatılabilir.

Bu yöntem ilk olarak Japonya'da, özellikle hükümet binalarını korumak için kullanılmaya başlanmıştır. Nisan 2015'te başbakanlık ofisinin çatısında keşfedilen ve radyoaktif madde taşıdığı tespit edilen bir drone'u^[7] düşürmek için ağ taşıyan drone'lar kullanılmıştır.

Bir diğer çözümde İngiliz Openwork Engineering şirketinin geliştirdiği Skywall 100 adı verilen omuzdan ateşlemeli silah ile ağ atılarak zararlı drone'lar etkisiz hale getirilmektedir. Michigan Üniversitesi ise drone'lara ağ atan silahlar entegre ederek Japonların yöntemiyle bu yöntemi birleştirmeyi amaçlamaktadır.



Şekil 10: Ağ taşıyan bir drone başka bir drone'u etkisiz hale getirirken (<https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3356746/How-catch-drone-BIGGER-drone-giant-net-Tokyo-police-reveal-bizarre-U-AV-catcher.html>)

5.6 Silah

Normal veya özel mühimmat atarak drone'a zarar verilerek etkisiz hale getirilir. Bu yöntem genellikle daha ilkel kabul edilmekle beraber günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Birçok sisteme göre daha kesin sonuç veren silahla ateş ederek drone düşürme yönteminin en riskli tarafı ise çok tehlikeli olmasıdır. Drone'dan seken veya drone'u iskalayan mermiler çevreye zarar verebilir.

Son yıllarda, sivil drone kullanımının artmasıyla silahla drone düşürme vakaları da artmıştır. Örneğin 2015 yılında ABD'de Kentucky eyaletinde bir vatandaş evinin üzerinden uçan drone'u silahla vurarak düşürmüş ve açılan davada kişisel alanına girildiği gerekçesiyle suçsuz bulunmuştur.

5.7 Çoklu Tedbir Sistemi

Drone durdurma yöntemlerinden birden çoğunun birlikte kullanılmasıyla daha kesin sonuçlar elde edilir. Örneğin, drone otonom olduğunda sadece RF Jammer kullanmak yetersiz kalacaktır.



Şekil 11: Skywall 100 (<https://arstechnica.com/gadgets/2016/03/skywall-anti-drone-bazooka/>)

6. DÜNYADAN ÖRNEK UYGULAMALAR

6.1 Olimpiyat Oyunları 2016 – Rio de Janeiro, Brezilya

2016 Olimpiyat oyunlarının Maracana stadyumundaki 60.000'den fazla kişinin katıldığı açılış seremonisi esnasında drone ile yapılabilecek bir saldırıyı engellemek amacıyla Brezilya ordusu tarafından sekiz adet sinyal karıştırıcı sistem satın alınmıştır. Buna rağmen seremoni esnasında üç adet drone'un kısa süreli de olsa uçtuğu ve daha sonra drone karıştırıcı sistemlerin müdahale etmesine gerek kalmadan kendiliğinden dağıldığı görülmüştür^[8].

6.2 Dünya Ekonomik Forumu 2017 ve 2018 – İsviçre

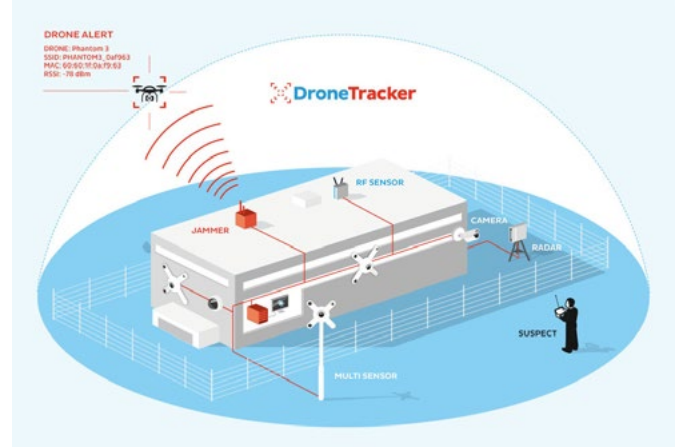
2017 ve 2018 yıllarında Davos'da düzenlenen Dünya Ekonomik Forumu'na yapılabilecek saldırılara karşı İsviçre polisi iki adet anti-drone sistemi kullanmıştır^[9]. Bu sistemlerden biri DroneGun adı verilen ve drone'ların üzerindeki kameraların video sinyallerini bloke eden cihaz, diğeri ise Drone Tracker adı verilen ve forumun yapılacağı alanın üzerinde uçan drone'ları ve diğer cihazları tespit edip görüntüleyebilen sistemdir.



Şekil 12: 2016 Olimpiyat Oyunları açılış seremonisi, Maracana Stadyumu (<https://www.theverge.com/2016/8/8/12402972/olympics-rio-2016-anti-drone-jamming-public-safety>)



Şekil 13: DroneGun (<https://www.zdnet.com/article/signal-jamming-dronegun-used-by-australian-defence-force-during-international-summit>)



Şekil 14: Drone Tracker (<https://interestingengineering.com/drone-tracking-system-detects-shoots-drones-sky>)

6.3 John F. Kennedy Uluslararası Havalimanı – New York, ABD

2016 yılında ABD Federal Havacılık Kurulu, pilotlar ve bölge halkı tarafından havaalanı çevresinde insansız hava araçları görüldüğüne ilişkin yoğun ihbarlar üzerine J.F.K Havalimanı'nda FBI drone tespit sistemi testlerinin başladığını belirtmiştir^[10]. Özellikle havaalanları gibi kalabalık ve umuma açık yerlerde gerçekleşebilecek saldırıları önlemek açısından önemli olan bu sistemin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için çalışmalara devam edilmektedir.

6.4 Cumhuriyet Bayramı Kutlamaları – Yeni Delhi, Hindistan

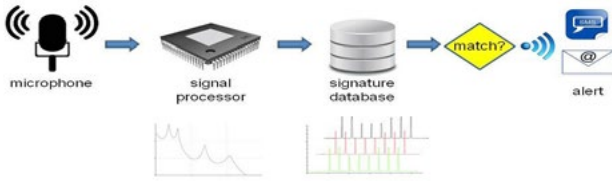
Yaklaşık 50.000 güvenlik personelinin görev yaptığı 2017 yılındaki Cumhuriyet Bayramı kutlamaları sırasında LeT isimli terör örgütünün havadan saldırı gerçekleştirebileceği istihbaratını alan Delhi polisi anti-drone bir sistem kullanmıştır^[11]. 2018 ve 2019 yılındaki kutlamalarda da sistemin kullanımına devam edilmiştir.



Şekil 15: John F. Kennedy Uluslararası Havalimanı (<https://www.popsci.com/faa-tests-drone-detection-at-jfk-airport>)



Şekil 16: 2017 Delhi Cumhuriyet Bayramı kutlamaları (<https://www.indiatoday.in/fyi/story/republic-day-delhi-traffic-police-arrangements-restrictions-956948-2017-01-25>)



Şekil 17: DroneShield çalışma prensibi (https://www.researchgate.net/publication/282443666_A_Review_of_Security_Threats_of_Unmanned_Aerial_Vehicles_and_Mitigation_Steps)

6.5 Boston Maratonu 2015, 2016 ve 2017 – ABD

2015 yılında Boston Maratonu'nun güvenliğini sağlamak amacıyla DroneShield adı verilen anti-drone sistem kullanılmıştır^[12]. DroneShield sistemi çok yönlü mikrofonuyla ortam dinlemesi yaparak çevredeki drone'ların seslerini tespit etmektedir. Tespit ettiği ses ile veritabanında bulunan herhangi bir ses arasında bir çakışma tespit ederse, e-mail veya mesaj yoluyla kullanıcıya



Şekil 18: Guernsey Adası'nda bulunan Les Nicollès Hapishanesi (<https://guernseypress.com/news/2018/02/07/prison-smoking-ban-has-led-to-better-behaviour/>)

Şekil 19: Red Sky anti-drone sistemi (<https://www.calcalistech.com/ctech/articles/0,7340,L-3730764,00.html>)

uyarı göndermektedir. Bu uygulama izleyen yıllarda da tekrarlanmıştır.

6.6 Les Nicollès Hapishanesi – Birleşik Krallık

2017 yılında Birleşik Krallık'ın güneyinde bulunan Guernsey Adası'ndaki Les Nicollès Hapishanesi'ne Sky Fence adı verilen anti-drone sistemi kurulmuştur^[13]. Sistem hapishane çevresine ve hapishane duvarlarının iç tarafına yerleştirilen birden çok sinyal kesici sayesinde hapishane yakınlarında uçan bir drone tespit ettiğinde bu drone ile kullanıcısı arasındaki sinyali karıştırıp engelleyerek drone'u engellemektedir. Özellikle hapishaneye silah, cep telefonu gibi elektronik cihazlar ve uyuşturucu taşınmasını önlemek amacıyla kullanılan sistem, Dünya üzerinde herhangi bir hapishaneye yerleştirilen ilk anti-drone sistemi olma özelliğini taşımaktadır.

6.7 NATO Varşova Zirvesi 2016 – Polonya

8-9 Temmuz 2016'da Polonya'da yapılan NATO zirvesi esnasında güvenliği sağlamak için anti-drone sistem kullanılmıştır^[14]. Özellikle mini ve mikro ölçekli drone'ların uçuşmasının engellenmesini amaçlayan sistemin kullanılmasının bir sebebi de o yıl 28 Haziran tarihinde İstanbul Atatürk Havalimanı'nda düzenlenen ve 45 kişinin hayatını kaybettiği saldırıdır. Benzer bir saldırının tekrarlanmaması için Polonya Hükümeti ve Savunma Bakanlığı tarafından anti-drone sistem kullanılmasına özellikle önem verilmiştir.

6.8 Tayland Kralı Bhumibol Adulyadej'in Cenazesi – Tayland

Tayland kralı Bhumibol Adulyadej'in 250.000 kişinin katıldığı ve 42 ülkenin temsilcisinin bulunduğu cenazesinde güvenlik amacıyla Red Sky Anti-Drone Sistemi kullanılmıştır. Sistemin cenaze esnasında iki kere izinsiz drone kullanımı tespit ederek bunları sinyal karıştırma ve kesme yöntemleriyle etkisiz hale getirdiği yetkililer tarafından belirtilmiştir^[15].



7. TÜRKİYE'DEN ÖRNEKLER

7.1 ASELSAN Anti-Drone Sistemi

İhtar, ASELSAN'ın mini ve mikro İHA tehditlerini şehir ve kırsal ortamda etkisiz hale getirmek için geliştirmiş olduğu bir anti-drone sistemdir. Kritik tesislerin korunması, sınır güvenliği ve kalabalık bölgelerin güvenliğinin sağlanması gibi görevleri üstlenebilen İhtar Anti-Drone Sistemi farklı konfigürasyonlarda (sabit, taşınabilir vb.) kullanılabilmektedir^[16].



Şekil 20: ASELSAN İhtar Anti-Drone Sistemi (https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/cozumlerimiz/czm14/Documents/HavaveFuzeSavunma-Sistemleri/IHTAR_TR.pdf)

ASELSAN ayrıca İhasavar adını verdiği, drone karıştırma ve köreltme sistemiyle çalışan silaha benzer taşınabilir başka bir çözüm daha sunmaktadır^[17]. Drone ve mini İHA uçurulmasını aktif karıştırma uygulamasıyla engelleyen İhasavar taşınabilir sistemi şarj edilebilir ve yüksek kapasiteli Li-ion bataryalarla en az 1,5 saat aralıksız yayın yapabilmektedir. Azerbaycan Hava Kuvvetleri, Ermenistan ile tartışmalı sınırları boyunca alçak uçuş yapan İHA'ları engellemek için bu sistemi kullanmaktadır.



Şekil 21: Silaha benzeyen bir anten, gözetleme sistemi ve içinde bataryalar bulunan bir sırt çantasından oluşan İhasavar Anti-Drone Sistemi (<http://www.millisavunma.com/drone-savar-sistemleri/>)

7.2 METEKSAN Kapan Drone Savar Sistemi

Kapan Drone Savar Sistemi, radar sistemi ve termal/gündüz kameralarıyla drone tespit ve takip görevlerini gerçekleştirebilmektedir. Aynı zamanda, RF karıştırıcı ve opsiyonel olarak sunulan lazer karşı tedbir sistemiyle drone imhası da yapabilmektedir. 2,5 km'ye kadar drone tespiti, 500 m mesafeden lazerle drone imhası yapabilen Kapan Drone Savar Sistemi, radar sistemi sayesinde düşük görüş şartlarında ve kamerayla algılanmanın güç olduğu uzak mesafelerde de hedefi teşhis edebilmektedir. Mevcut güvenlik sistemleriyle entegre de edilebilen bu sistemin algılanma olasılığı düşüktür.

METEKSAN tarafından geliştirilen Retinar OPUS çevre gözetleme sistemi, optimize edilen tasarımıyla Kapan Drone Savar Sisteminin temel sensörü olarak çalışmaktadır. Kapan Drone Savar Sistemi korunmak istenen bölgenin özelliklerine en uygun çözümleri elde etmek üzere farklı aktif ve pasif sistemlerle farklı konfigürasyonlarda kullanılabilmektedir^[18].



Şekil 22: Kapan Drone Savar Sistemi - SEDEC 2018 Savunma ve Güvenlik Fuarı'nda (<https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/drone-tehdidini-kapan-durduracak/1193364>)

8. SONUÇ

Drone kullanılarak yapılan kötü amaçlı yasadışı faaliyetlerin dünya çapında artmasıyla anti-drone sistemler daha önem kazanmıştır. Son yıllarda drone'lar aracılığıyla hapisanelere kaçak eşya sokulması, siyasi parti liderlerine yönelik tehditler, havaalanları gibi kalabalık alanlara ve özellikle askeri üslere gerçekleştirilen saldırılar ciddi oranda artmıştır. Bu durumda drone'ların kötü amaçla kullanılabileceği ve bunun gelecekte daha büyük bir tehdit oluşturacağı, dolayısıyla önleyici tedbirlere daha çok önem verilmesi gerektiği açıktır. Bunun yanı sıra drone teknolojisindeki yeni gelişmelerle bugünkü anti-drone sistemlerinin gelecekte işe yaramaması ihtimali de dikkate alınarak bu alandaki ilerlemelerin son sürat devam etmesi önem arz etmektedir.

9. KAYNAKÇA

- [1] <https://sixtechsys.com/websites/sixtechsys/doc/articles/counter-drone-systems.pdf>
- [2] <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/255103/255103.pdf>
- [3] <https://www.haberturk.com/sirnak-haberleri/66481747-silopide-teroristlerden-droneli-saldiri-girisimi>
- [4] <https://www.theguardian.com/world/2019/jan/10/houthi-drone-attack-on-yemeni-base-kills-several-people-reports>
- [5] <https://www.express.co.uk/news/uk/1061617/gatwick-airport-drone-flights-cancelled-travellers-rage>
- [6] <https://liteye.com/hk1-million-in-damage-caused-by-gps-jamming-that-caused-46-drones-to-plummet-during-hong-kong-show/>
- [7] <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3356746/How-catch-drone-BIGGER-drone-giant-net-Tokyo-police-reveal-bizarre-UAV-catcher.html>
- [8] <https://www.theverge.com/2016/8/8/12402972/olympics-rio-2016-anti-drone-jamming-public-safety>
- [9] <https://dronelife.com/2017/01/23/anti-drone-tech-protects-davos-economic-forum/>
- [10] <https://www.popsci.com/faa-tests-drone-detection-at-jfk-airport>
- [11] https://www.business-standard.com/article/pti-stories/anti-aircraft-guns-swat-women-commandos-snipers-deployed-in-delhi-for-security-on-r-day-119012600092_1.html
- [12] <https://www.supplychain247.com/article/the-low-tech-anti-drone-technology-at-the-2015-boston-marathon/DroneShield>
- [13] <https://www.ifsecglobal.com/global/pioneering-anti-drone-system-installed-guernsey-prison/>
- [14] <https://www.defensenews.com/smr/road-to-war-saw/2016/07/05/poland-orders-counter-drone-system-to-secure-nato-summit/>
- [15] <https://www.calcalistech.com/ctech/articles/0.7340.L-3730764.00.html>
- [16] https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/basin-odasi/Brosurler/Elektro-nik-Harp-Sistemleri/IHASAVAR_TR.pdf
- [17] https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/cozumlerimiz/czm14/Documents/HavaveFuzeSavunmaSistemleri/IHTAR_TR.pdf
- [18] <http://www.meteksan.com/algilayici-sistemler/kapan-drone-savar-sistemi>





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

