SİLİKON HAYAT BAĞLARI

RUS SAVAŞ MAKİNESİNİN MERKEZİNDEKİ BATI MENŞELİ ELEKTRONİK ÜRÜNLER

JAMES BYRNE, GARY SOMERVILLE, JOE BYRNE, JACK WATLING, NICK REYNOLDS VE JANE BAKER

AĞUSTOS 2022

SORUMLULUK REDDİ

Bu belge, RUSI tarafından yalnızca dahili kullanım amaçlarıyla hazırlanmıştır ('İzin Verilen Amaç'). Bu rapordaki materyallerin ('Bilgi') doğruluğunu garanti altına almak için RUSI tarafından tüm makul çabalar gösterilmiş olsa da bunların büyük çoğunluğu Ukrayna'da saha çalışmalarından ve açık kaynaklardan elde edilmiş olup RUSI, bu Bilgiler ile ilgili herhangi bir beyan veya taahhütte bulunmaz.

Bu Bilgiyi İzin Verilen Amaç dışında herhangi bir amaç için kullanmamalı, kopyalarını oluşturmamalı ya da dayanak olarak kullanmamalısınız. Bu Bilgileri herhangi bir şekilde dayanak olarak kullanmanın riski tamamen kendinize aittir. Bu Bilgileri başka herhangi bir amaç için kullanmayı düşünüyorsanız (bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla adli kovuşturma yürütmek, adım atmak ya da adım atmayı reddetmek veya aksi takdirde herhangi belirli bir kişi veya kuruluşla muhatap olmak dahildir), bu Bilgiler ile ilgili olarak öncelikle kendi bağımsız araştırmanızı gerçekleştirmeli ve kendi araştırmanızı dayanak almalısınız.

Yasaların izin verdiği en geniş kapsamıyla RUSI, öngörülebilir olsun ya da olmasın (bununla sınırlı olmamak kaydıyla karalama dahil), sizin tarafınızdan veya herhangi bir üçüncü şahıs tarafından herhangi bir bilginin çoğaltılması, dayanak alınması veya kullanılmasından veya bunlarla bağlantılı olarak ortaya çıkabilecek herhangi bir kayıp veya zarardan sorumlu olmayacaktır. RUSI'ye yapılan atıflar yöneticileri ve çalışanları da içermektedir.

Bu rapor için yazarlar, şirket, kuruluş ve gerçek kişi isimlerine Rusça ve Çincede yazıldıkları şekillerde atıfta bulunmuştur. Bazı durumlarda şirketlerin, kuruluşların ve gerçek kişi isimlerinin tercüme edilmesi veya harflerinin çevrilmesi gerekmiştir. Tercüme/harf çevirisi yapılırken doğruluğu sağlamak için her türlü çaba gösterilmiştir ve yazarlar, buna istinaden kasti olmayan herhangi bir hatadan dolayı herhangi bir yükümlülük kabul etmez.

Yazarlar ayrıca otantikliklerini belirlemek ve hangi spesifik üreticiler tarafından üretildiklerini tespit etmek amacıyla açık kaynakları kullanarak mikroelektronik bileşenlerine dair büyük bir veri setini işlemiş bulunmaktadır. Ancak bunların küçük bir kısmı muhtemelen artık üretilmediklerinden üretici veya üçüncü taraf satıcı sayfaları aracılığıyla tanımlanabilecek durumda değildi. Buna ek olarak, birkaç bileşen ile ilgili olarak pozitif bir tanımlama yapmak için yeterli bilgi mevcut değildi.

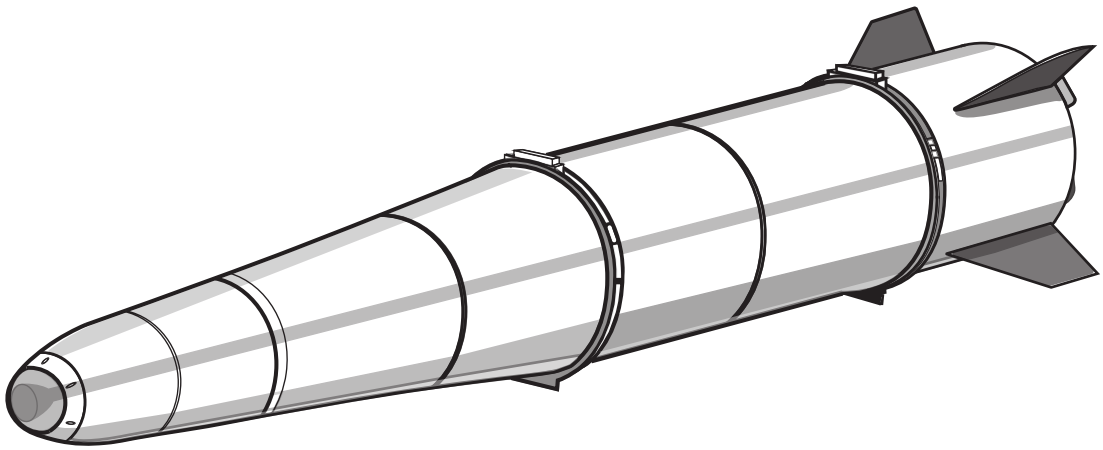
BU RAPORDA TANIMLANAN KİŞİLER, ŞİRKETLER VE HÜKÜMETLER

Bu raporun amacı, Rus ordusunun Batı teknolojisine nasıl bağımlı olduğunu açıklayıp ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda, raporda Rus ordusu tarafından elde edilip kendi ordu donanımında kullanılan bileşenlerin tasarlanması ve üretimine dahil olduğuna inanılan bir dizi kişi/şirket/hükümet tanımlanmaktadır. Şüpheye mahal vermemek adına belirtmeliyiz ki RUSI, raporda açıkça ifade edilmedikçe, bu kişilerin/şirketlerin/hükümetlerin herhangi bir şekilde görevlerini suiistimal ettiklerini istinat etmemekte ve bu kişilerin/şirketlerin/hükümetlerin yaptırımları ihlal eden herhangi bir aktiviteye karıştıklarını veya söz konusu eylemleri yasaklayan herhangi bir uluslararası yasayı (veya kendi yerel yasalarını) ya da düzenlemeyi ihlal ederek Rus ordusuna ve/veya Rus ordusunun müşterilerine doğrudan ya da dolaylı yollardan ürün tedarikine dahil olduklarını beyan veya iddia etmemektedir.

METODOLOJİ

Bu rapor için RUSI'nin Açık Kaynak İstihbarat ve Analiz (Open Source Intelligence and Analysis (OSIA)) ve Askeri Bilimler (Military Sciences) departmanları, Şubat 2022'den itibaren Ukrayna'da kullanılmış veya ele geçirilmiş olan, sökülmüş Rus silahlarından elde edilen mikroelektronikler ve bileşenler ile ilgili kapsamlı veri setlerini kullanmıştır. Derlenen bu teknik değerlendirmeler, daha ileri seviyede analizi mümkün hale getirmek için bir veri tabanı haline getirilmiş, standartlaştırılmış ve kategorize edilmiştir.

RUSI tarafından gerçekleştirilen saha çalışmaları sırasında önemli miktardaki silah sistemi ve platformu örneği üzerinde yapılan fiziksel inceleme, bu verilerin gerçekliğini ve doğruluğunu onaylamıştır ve sonrasında bu veriler, birçok üretici tarafından yayınlanmış olan ürün tanıtım ve açıklamaları ve seri numaraları ile de karşılaştırılmıştır. Ayrıca belirtilmelidir ki, gri ve kara borsalarda sahte bileşenler ve mikroelektronikler küresel bir problemdir. Bir başka deyişle, bu alanda hatasız doğrulama yapmak oldukça zor bir meseledir. Burada değerlendirilen kanıtlar ve dünyanın öncü teknoloji ve mikroelektronik şirketlerini hedef alan Sovyet ve Rus askeri satın alma çabalarının uzun geçmişi dayanağında araştırma ekibi, çalışmalarını bu parçaların büyük oranda orijinal parçalar olduklarını varsayarak gerçekleştirmiştir. Rus hükümeti tarafından gerçekleştirilen ve yazarlar tarafından görülen dahili değerlendirmeler, bir dizi yabancı üreticiye kritik bağlılığı vurgulamakta olup, bu da Rus silah sistemlerinde tanımlanan bu bileşenlerin orijinal olduğu konusundaki düşüncemizi desteklemektedir. Bu platformların içerisindeki bileşenlerin pek çoğunun orijinal olup olmadığını kanıtlamak



İskender füzesinin genel hatları. Kaynak: RUSI.

için, özellikle X-ışını analizi olmak üzere gelecekte daha detaylı incelemelerin gerçekleştirilmesi mümkün olabilir. Ancak Ukrayna'da devam eden çatışmalar detaylı incelemelerin gerçekleştirilmesini zorlaştırmaktadır.

Bu veriler, ülkenin satın alma ağlarını daha iyi anlamaya dair bir çabanın ürünü olarak sevkiyat seviyesinde ticaret verisi, ithalat ve ihracat beyannameleri ve Rusça şirket kayıtları gibi bir dizi başka kaynakla birlikte ele alınırken söz konusu silahlar kendi taktiksel, operasyonel ve stratejik bağlamlarına yerleştirilmiştir.

TEŞEKKÜR

RUSI, bu raporun hazırlanmasına yardımcı olan Profesör Peter Roberts, Dr Markus Schiller, Dr Daniel Sailsbury ve Sean Curbett CB MBE dahil çeşitli kişilere ve çalışma ortağına yardımlarından ötürü teşekkürü borç bilir. RUSI, ayrıca yarı iletken ve mikroelektronik ürünlerin uluslararası ticaret sistemindeki dolaşımını ve Rus ordusu nihai kullanıcılarına nasıl ulaştığını anlamamıza yardımcı olan 'Altana Atlas' veri platformu için Altana Technologies'e teşekkür eder.

TELİF HAKKI

© Royal United Services Institute for Defence and Security Studies (Royal United Services Savunma ve Güvenlik Çalışmaları Enstitüsü), 2022

Bu çalışma, Creative Commons Attribution – Ticari Olmayan – Türev Olmayan Uluslararası Lisans 4.0 ile lisanslanmıştır. Daha fazla bilgi için bkz. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

DÜZELTME BİLDİRİMİ, 8 AĞUSTOS 2022

Bu raporun önceki bir sürümünde ABD merkezli bir şirket olan Gumstix, yanlışlıkla Almanya merkezli olarak belirtilmiştir. Bu yanlışlık düzeltilmiş olup ilgili tüm rakamlar da buna göre düzeltilmiş bulunmaktadır. Yazarlar ve RUSI, sebep olunan kafa karışıklığından dolayı özür diler. Bu değişiklik, bu raporda sunulan analizi ve sonuçları etkilememektedir.

İçindekiler

YÖNETİCİ ÖZETİ 7

GİRİŞ 9

BÖLÜM 01: SİSTEMLER VE BATI MENŞELİ BİLEŞENLER 13

Dünya Genelinden Tedarik 15

Akışın Engellenmesi: Yaptırımlar ve İhracat Kontrolleri 17

Amerika'nın En Çok Arananı 20

Büyük Analog Hırsızlığı 24

Her Şey Teksas'ta Daha İyi 27

Tokyo Vice 29

Herkesin Yeteneğine Göre Yaklaşımından Herkesin İhtiyacına Göre Yaklaşımına 30

İsviçre'yi İzlemek 31

Hollanda Usulü 32

Londra Arıyor 32

Berlin İstasyonu 33

BÖLÜM 02: RUS SİLAHLARINA İÇERİDEN BİR BAKIŞ 35

İskender 9M727 36

Zarya Radar İşleme Bilgisayarı 37

Baget Bilgisayarı 41

Seyir Sistemleri 44

Çoklu Ürünler 46

Kh-101 Seyir Füzesi 48

BÖLÜM 03: AÇIK DEVRE: RUSYA'YA BİLEŞEN AKIŞI 51

Küresel Bir Tedarik Zinciri: Rus Yarı iletken İthalatları 51

Savaş Sahasında Odaklanma 55

Yaptırıma Tabi Kuruluşları İzleme 56

Hong Kong Çip Mağazaları 57

SONUÇ 61

Yazarlar Hakkında 62

Yönetici Özeti

Rusya'nın Ukrayna'ya karşı 24 Şubat 2022'de başlattığı işgal, planladığı gibi gitmedi. Cerrahi hassasiyette gerçekleşecek bir operasyonla belirli Ukrayna şehirlerinin ele geçirilmesi beklentisiyle başlayan bu işgal, gün geçtikçe Rusya ordusunu hızla küçük düşüren ezici bir yıpratma mücadelesine dönüştü. Seyir füzeleri, iletişim sistemleri ve elektronik savaş kompleksleri dahil Rusya'nın en modern askeri sistemlerinden 27'sinin bileşenlerini ve işlevlerini inceleyen bu rapor, uygun politikaların yürütülmesi halinde Rus ordusundaki bozulmanın **kalıcı hale getirilebileceği** sonucunu ortaya koymaktadır.

Ukrayna'da ele geçirilen veya Rusya tarafından Ukrayna'da kullanılan Rus askeri ekipmanlarının teknik incelemesi temelinde bu rapor; Rusya'nın milyarlarca dolar değerindeki ve on yıllara yayılan askeri modernizasyon programının geniş ölçüde ABD, Japonya, Tayvan, Güney Kore, İsviçre, Hollanda, Birleşik Krallık, Fransa ve Almanya'da üretilen mikroelektronik ürünlerin kullanımına dayalı olarak gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Askeri ekipmanlarda yabancı bileşenlerin kullanılması hususunda izin almak için Rus şirketlerin Rusya Savunma Bakanlığı'na **herhangi bir yerli alternatifin olmadığını** kanıtlamaları gerekmektedir.

RUSI bu 27 sistem içerisinde, çoğu uzun süredir ABD ordusuna sofistike mikroelektronik ürünler tasarlayıp üretmesiyle tanınan ABD şirketleri yapımı olan en az **450 farklı türde eşsiz yabancı yapımı bileşen** tespit etmiştir. Bunlar arasında en az **80 farklı türde bileşenin, ABD tarafından ihracat kontrollerine tabi tutulduğu** belirlenmiş olup, buradan Rusya ordusunun–endüstriyel kompleksinin son on yıllarda bu kontrolleri başarılı şekilde ihlal ettiğini göstermektedir. Bu rapor, Sovyetler Birliği'nden Rusya'nın 2022'de Ukrayna'yı yeniden işgal etmesine kadar devam eden bu casusluğun örneklerini detaylarıyla ortaya koymaktadır.

Rusya, Ukrayna'da büyük miktarda askeri ekipman kaybetmiş ve seyir füzesi ve balistik füze cephane stokunu önemli ölçüde tüketmiştir. Rusya hükümeti, uygulamaya konulan yeni yaptırımları ve daha sıkı ihracat kontrollerinin akabinde kritik bileşenlere olan erişiminin sekteye uğraması problemini **ithal ikamesi** yoluyla ele almaya çalışmıştır. İlerleyen zamanlarda bu yaklaşımın **uygulanmasının mümkün olmadığı** görülmüştür. Bunun bir sonucu olarak Rusya, şimdi ya yeni ve muhtemelen daha az yeterlik sahibi silahlar tasarlamak veya günümüzde özel servislerinin kritik bir önceliği haline gelen **yaptırımları atlatma** faaliyetlerine yönelmek zorundadır.

RUSI analizi, Rusya özel hizmetleri tarafından işletilen üçüncü ülke aktarma merkezleri ve gizli ağların, günümüzde Batı menşeli mikroelektronik ürünlere olan erişimi muhafaza etmek amacıyla şimdi yeni güzergâhlar oluşturmak için çalıştığını ortaya koymaktadır. Rusya uzun yıllardır, bir dizi paravan şirket, hileli nihai kullanıcı lisansları ve Sovyet selefleri tarafından öncülük edilip denenmiş ve test edilmiş başka teknikleri de kullanarak Avrupa ve Kuzey Amerika'dan yasadışı mal edinmek için yasadışı bir dizi ağ işletmiştir. Ancak Rusya, bu ülkeye yüksek hacimlerde ürünler sevk etmeyi sürdüren Hong Kong gibi aktarma merkezlerindeki büyük mikroelektronik distribütörlerine de bağlı ve bağımlı kalmayı sürdürmüştür.

Rusya'nın silikon hayat bağlarının kesilmesi gerekiyorsa hükümetlerin aşağıdakileri gerçekleştirmesi kritik öneme sahiptir:

- Kendi ülke ve yetki alanlarındaki **mevcut ihracat kontrollerini gözden geçirip güçlendirmek**.
- Rusya'nın örtülü tedarik ağlarını belirleyip kapatmak için **çok uluslu şekilde iş birliği yapmak**.
- Rusya'yı destekleyen ülkelerde hassas mikroelektronik ürünlerin **lisans altında üretilmesini önlemek** .

- Üçüncü ülkeleri ve otoritelerini kontrollü ürünleri Rusya'ya **yeniden ihraç etmekten veya aktarmaktan** vazgeçirmek.

Rusya, bu ağ kapanmadan önce alabildiğini toplu olarak tedarik etmeye çalışıyor. Şimdi eyleme geçme zamanı.

Giriş

'Tabii ki, önceki yıllarda ithal ikamesi konusunda yapabileceklerimizin hepsini yapmış durumda değiliz... Ama burada korkulması gereken bir durum söz konusu değil: bağımsızlığımızı garanti altına alan önemli alanlarda temel gereklilikleri yerine getirmiş durumdayız.[1]

Resimde bir Ukrayna kasabasının geniş açılı görünümü yer alıyor. Ekranın merkezinde Orlan-10 İHA'sının hedefi görülüyor. Bu, topçu atışlarını koordine etmek için tasarlanmış olan bir Rus keşif İHA'sıdır. Operatör, bir dizi kamyona odaklanır; Ukrayna'ya bağlı personellerin bunların etrafında toplandığı görülebilmektedir.

Bu cihazda yer alan video kamera, Sony tarafından üretilmiş olup ABD merkezli bir şirket olan Hextronik tarafından üretilen gimbal motor üzerine monte edilmiştir. Hedeflerin pozitif olarak belirlenmesi için pürüzsüz bir şekilde odaklanma sağlar. Orlan-10'u hedefin üzerinde tutmaya yarayan uçuş kontrol sistemi, STMicroelectronics adlı İsviçre menşeli bir şirket tarafından üretilen STM32F103VC mikrodenetleyiciye dayanmaktadır. İHA'ya güç veren motor ise Saito Seisakusho isimli Japon menşeli bir firma tarafından üretilmiştir. Bunların hepsi, birlikte Orlan-10'un 120 kilometreye kadar operasyonel menzile sahip güvenilir bir uçan araç olmasını sağlar. Bunun navigasyon çipi ise bir u-blox Neo-M8 GNSS modülü olup Orlan-10 içerisinde ilk olarak 2018'de tespit edilmiştir.[2] İHA koordinatlarının, operatörüne iletimi, büyük olasılıkla Analog Devices tarafından üretilen bir radyo-frekansı çevik alıcı-verici tarafından gerçekleştirilmektedir.

Orlan-10 operatörü, görsel doğrulamayı gerçekleştirdikten sonra doğru pozisyon verisini ilgili ateşleme kontrol merkezine sağlamak için hedefin koordinatlarını hesaplar. Koordinatlar belirlendikten sonra hedefleme verisi, telsiz operatörüne iletilir. Telsiz operatörü de bu verileri topçu birliğinin kumanda ve kontrol

1 *Izvestiya*, 'Vystuplenie Vladimira Putina na Jevrazijskom ekonomicheskom forume' ['Putin'in Avrasya Ekonomik Forumu'ndaki Konuşması'], 26 Mayıs 2022, <https://iz.ru/1340365/video/vystuplenie-vladimira-putina-na-evraziiskom-ekonomicheskom-forume>, 18 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir. [Yazarın Rusçadan tercüme ettiği metin: 'Da, konechno, ne vse udalos' sdelat' za predyduschie gody v oblasti importzamescheniya…No eto nichego zdes' strashnogo net: po klyuchevym napravleniyam, kotorye obespechivayut nash suverenitet, my sdelali samoe neobhodimoe']. Bu ifadeler, Avrasya Ekonomik Forumunda Rus endüstrisi tarafından Batılı yaptırımlara adaptasyon çabaları konusu ele alınırken kullanılmıştır. Bu bağlamda, 'bağımsızlık' kelimesi büyük olasılıkla coğrafik bölge veya saha bağımsızlığı yerine Rusya'nın ekonomik bağımsızlığını ifade etmek için kullanılmıştır.

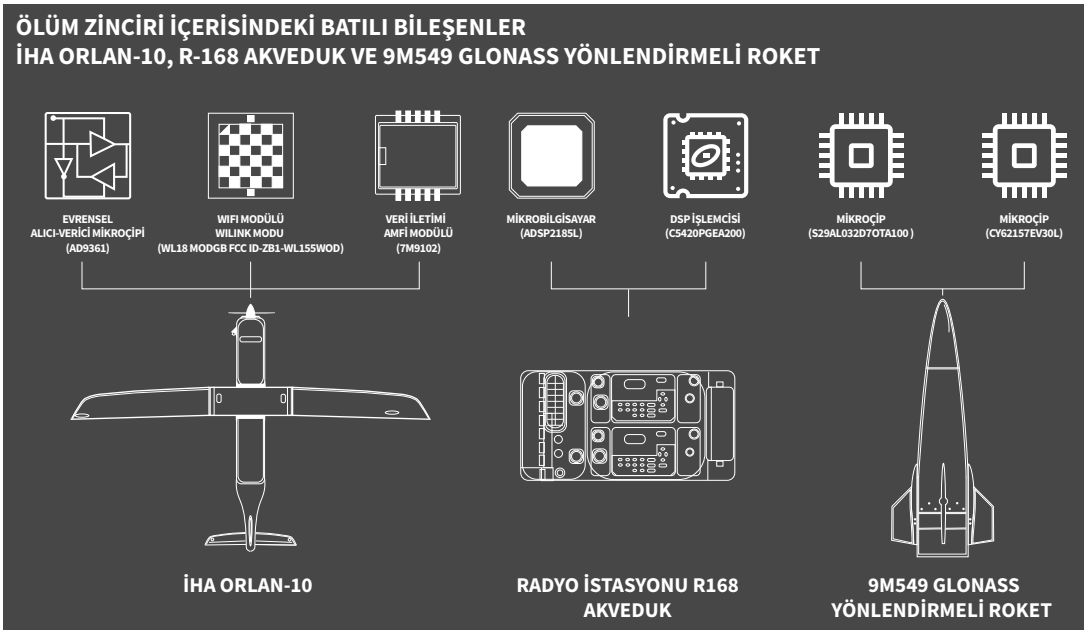
2 *Inform Napalm*, 'Rus Dronu Orlan-10, ABD ve Diğer Ülkelerde Üretilmiş Parçalar İçeriyor – Resimli Kanıt', 2 Haziran 2018, <https://informnapalm.org/en/russian-drone-orlan-10-consists-of-parts-produced-in-the-usa-and-other-countries-photo-evidence/>, 18 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

altyapısında imha zincirini kurmak için VHF R-168 Akveduk telsizi aracılığıyla iletir.

Sarapul Telsiz Santralinde[3] üretilen R-168 Akveduk, ondan fazla Batı merkezli şirket tarafından üretilen bileşen içerir. Telsizin kontrol panelinde yer alan bir mikrodenetleyici ABD-merkezli Analog Devices tarafından ve dijital sinyal işleyici ise Texas Instruments tarafından üretilmiştir. Operatörün sesinin şifrelenip imha zinciri boyunca iletilmesini sağlayan verici paneli de Batı menşeli bileşenlerle dolu olmanın yanı sıra içerisindeki faz-kilitli döngü (PLL) silikon kapı, bir Güney Kore şirketi tarafından üretilmiştir.

Ateşleme görevi ise görece yeni bir sistem olup GLONASS uydu navigasyon sistemi ile donatılmış bir Tornado-S çoklu roketatar bataryasına verilmiştir.[4] Ateşleme görevi için batarya, 300-mm 9M549 GLONASS güdümlü roket kullanır. Roketin raporlanan menzili 120 km olup dairesel hata olasılığı 7-15 metre civarındadır.[5] Bu 300 mm'lik roket, sofistike bir bilgi işlem biriminin yanı sıra üç eksenli fiber optik jiroskop ve uydu navigasyon sinyalleri işleme ünitesine sahiptir. Bunlar, mühimmatın uçuş sırasında yönünün düzeltilmesini sağlar, bu sayede uzun menzillerde daha küçük ve tekli hedeflere karşı daha da yüksek hassasiyeti mümkün kılar. Roketin jiroskopu, Altera Corporation tarafından üretilen bir saha programlanabilir kapı dizisi (FPGA) içerirken, uydu navigasyon sinyalleri işleme ve hesaplama ünitelerinin her ikisi de, Cypress Semiconductor tarafından üretilen yüksek hızlı statik rastgele erişimli bellek (SRAM) modüllerine dayanır.

Şekil 1: Rus İmha Zincirindeki Batı Menşeli ve Tasarımlı Bileşenler



Kaynak: RUSI.

3 Ordu Kılavuzu, 'SARAPUL RADIOPLANT OJSC', <http://www.army-guide.com/eng/firm1087.html>, 18 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

4 Tracy Cozzens, 'Rusya, Yeni GLONASS-Güdümlü Füzeleri Test Ediyor', *GPS World*, 22 Eylül 2020, <https://www.gpsworld.com/russia-tests-new-glonass-guided-missile/>, 18 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

5 N R Jenzen-Jones ve Charlie Randall, 'Ukrayna'da Belgelenen Rus Yapımı 9M54-Serisi Kargo Füzesi (2022)', Armament Research Services, 6 Mart 2022, <https://armamentresearch.com/russian-9m54-series-cargo-missile-documented-in-ukraine-2022/>, 18 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

Roketin fırlatılmasını takiben Orlan-10, hedefle görsel temasını koruyacak ve hedefin pozisyonundaki herhangi bir değişiklik hakkında bataryaya güncelleme sağlayacaktır. Herhangi bir düzeltme, imha zinciri boyunca ve sonunda en ölümcül etkiyi sağlamak için uçuş sırasında roketin hesaplama ünitesine geri beslenecektir. Bu örnekte, Orlan-10 operatörü etkiyi ekranından gözlemlemektedir: En az iki kamyon alevler içindedir ve çok sayıda Ukrayna personeli öldürülmüştür.

RUSI tarafından yeniden inşa edilen bu varsayımsal imha zincirinin gerçek dünya varyasyonları Rusya'nın 2014 ve 2022'de Ukrayna'yı işgalinden bu yana ve ülkenin 2015'te Suriye'ye müdahalesi sırasında yüzlerce, hatta binlerce kez tekrarlanmıştır. Ama bu süreç, kritik Batı bileşenleri ve elektroniği olmadan imkânsız olurdu.

Yukarıda açıklanan sistemler, bu sürece özgü olmaktan uzaktır çünkü Rusya'nın silah sistemleri ve askeri platformları, işlevleri için kritik olan ve ağırlıkla Batı kaynaklı bir dizi bileşen içermektedir. Roket sistemlerinden balistik füzelere, taktik telsizlerden elektronik savaş platformlarına kadar Kremlin'in savaş makinesi çoğunlukla yurt dışından tedarik edilen bileşenlere bağımlıdır.

Bu rapor, Rus ordusunun Batı teknolojisine olan bağımlılığını en ince ayrıntılarıyla ortaya koyan, şimdiye kadar açık kaynaklarda yayınlanmış olan en kapsamlı bileşen veri setinin bir analizini içeriyor.

Bu veri seti, Şubat 2022'deki işgalin başlangıcından bu yana Ukrayna'daki Rus silahlı kuvvetlerinden ele geçirilen veya Ukrayna'daki Rus silahlı kuvvetleri tarafından kullanılan 30'a yakın silah sistemi, platform ve ekipmanı içeriyor. Bazı durumlarda bu silahlar Ukrayna'nın çeşitli yerlerinde RUSI personeli tarafından, yerinde incelenmiştir. Bunlardan bazıları, Sovyet döneminin sonlarına doğru, muhtemelen on yıllar önce üretilmiş eski sistemlerdir. Diğerleri ise, bir kısmı son yıllarda Rusya'nın milyarlarca dolarlık askeri modernizasyon programının bir parçası olarak üretilen, son teknoloji platformlardır.

Ancak yaşlarına ve üretim tarihlerine bakılmaksızın dikkat çekici boyutta tutarlı bir tema söz konusudur: Standarttan butik üretimlere kadar, Rus silahları orijinal olarak Kuzey Amerika, Avrupa ve Doğu Asya'da üretilen yüksek sayıda mikroelektronik bileşen içermektedir. Rus silahlı kuvvetlerinin ticari kullanıma hazır bileşenler gibi bunlardan bazılarını yerel veya uluslararası toptancılar aracılığıyla satın alması nispeten kolay olsa da diğerleri muhtemelen Rus Dış İstihbarat Servisi (SVR) veya Rusya askeri istihbarat servisi GRU tarafından işletilen gizli ağlar tarafından satın alınmıştır.

Rusya'nın Ukrayna'ya saldırısı göz önünde bulundurulduğunda bu sonuç endişe verici olsa da Kremlin'in geniş boyutlu bilimsel ve teknolojik (S&T) casusluk operasyonları ve Batılı bileşenlerin yasadışı tedariki yeni bir hikâye değildir. Ülkenin istihbarat servisleri, bir yüzyıla yakın bir süredir S&T bilgilerinin toplanmasına ve Rusya'nın silah programları için kritik teknolojilerin edinilmesine öncelik vermiştir.[6] Batı ile eşitliği korumakla meşgul olan Sovyet teknik casusluk operasyonları ve bu bilgileri işlemek için gereken altyapı, Sovyet araştırma enstitülerine bağlı 100.000 kişiyi ve 11.000 bilgi departmanını içeren muazzam genişlikte bir yapıydı.[7]

RUSI'nin analizi, bu önceliklerin muhtemelen hiç değişmediğini gösteriyor çünkü hem SVR hem de GRU, rakiplerini ezmek için tasarlanmış silahları inşa etmek ve sahaya sürmek için gerekli parçaların, bileşenlerin ve teknik bilginin tedarik edilmesi doğrultusundaki çabalarını agresif bir şekilde sürdürmeye devam ediyor.

Şimdi, Ukrayna'nın Şubat 2022'de işgalinin ardından geniş bir dizi yeni yaptırımla karşı karşıya kalan Kremlin, bu bileşenleri yenileriyle değiştirmenin yanı sıra bunları ülkeye taşımak için alternatif tedarik zincirleri inşa etmek gibi göz korkutucu bir görevle karşı karşıya. Büyük

6 CIA, 'Kurumlar Arası İstihbarat Memorandumu: Sovyet İstihbarat Servislerinin Teknoloji Elde Etme Çabaları', 18 Haziran 1982. Ayrıca bkz. Kevin Riehle, *Rus İstihbaratı* (Bethesda, MD: National Intelligence University, 2021), s. 81.

7 CIA, 'Kurumlar Arası İstihbarat Memorandumu', s. 7; Riehle, *Rus İstihbaratı*, sayfa 138–40.

miktarda üst düzey silah sistemi ve platformunu kaybetmiş ve kullanmış olan Rusya'nın askeri-endüstriyel kompleksi, savaş operasyonlarını sürdürmek ve silahlı kuvvetlerini gelecekteki savaşlar için donatmak açısından çok sayıda yeni bileşene ihtiyaç duymaktadır.

Bu, Rus hükümetinin üst düzey yöneticilerine yabancı bir problem değildir. Kremlin, kendisini Batı yaptırımlarına karşı korumak için yıllardır ithal ikamesini cüzi başarıyla teşvik etmiştir.[8] Haziran 2014'te Vladimir Putin, Rus ordusu için ithal ikamesinin önemini vurgulamış ve yerli olarak üretilen askeri bileşenlere geniş kapsamlı bir geçiş çağrısında bulunmuştur.[9] Ancak sekiz yıl sonrasında Rusya, yerli üretim bir yarı iletken devrimi başlatma konusunda çok az mesafe kaydetmiş görünüyor. Bu fikir, şimdi ülkenin askeri–endüstriyel kompleksini sakat bırakmak için tasarlanmış çok uluslu yaptırımların ışığında neredeyse imkânsız bir özleme dönüşmüş durumda.

Bazı bileşenler Çin'den tedarik edilebilse de Rus silahları için birçok kritik bileşen Çin'den tedarik edilemez. Gerekli yerel üretim yeterlilikleri olmadan Rusya ve silahlı kuvvetleri, bu bileşenlerin akışını durdurma konusundaki çok uluslu çabalara karşı son derece savunmasız bir durumdadır ve bu durum, Ukrayna'daki saldırganlığının maliyetini yükseltmektedir.

8 Rusya'nın ithal ikameleri ile ilgili çabaları hakkında daha fazla bilgi için bkz. Tatyana Mischenko, 'Podderzhali otechestvennogo proizvoditelya. Chto takoe importzamescheniye, kak ono prohodit v Rossii' ['Destek Veren Ulusal Üreticiler. İthal İkamesi nedir, Rusya'da Nasıl Uygulanmaktadır?'], *SovkomBlog*, 27 Ocak 2022, <https://sovcombank.ru/blog/umnii-potrebitel/podderzhali-otechestvennogo-proizvoditelya-chto-takoe-importozameschenie-kak-ono-prohodit-v-rossii>, 18 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

9 *Interfax*, 'Putin zayavil o neobhodimosti uskorennogo perehoda promyshlennosti k importzamescheniyu' ['Putin, Endüstrinin Hızlı Şekilde İthal İkamesine Geçişine Olan İhtiyacı Dile Getirdi'], 28 Temmuz 2014, <https://www.interfax.ru/business/388216>, 18 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

BÖLÜM 01

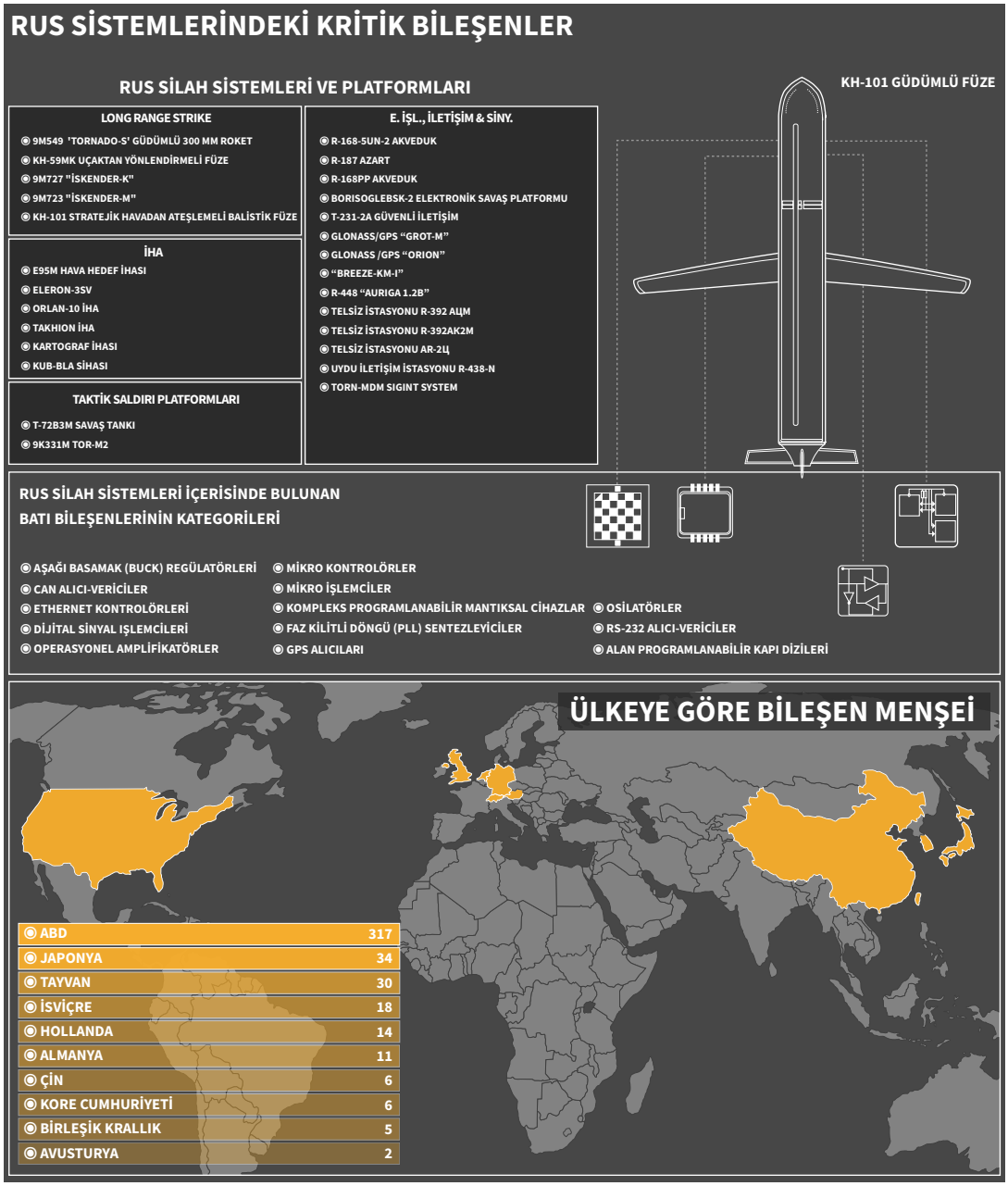
Sistemler ve Batı Menşeli Bileşenler

RUSI tarafından edinilen veri seti, Şubat 2022'deki tam kapsamlı işgalin başından Haziran'ın sonuna kadar Ukrayna'da ele geçirilmiş veya kullanılmış olan 27 silah sistemini, platformu, telsizi ve ekipmanı kapsamaktadır. Bu sistemler arasında 9M720 İskender-M balistik füze, İskender Seyyar Balistik Füze [10]Fırlatıcısından (TEL) fırlatılan 9M727 yerden fırlatılan seyir füzesi (GLCM) ve Kh-101 stratejik havadan fırlatılan seyir füzesi (ALCM) gibi birkaç uzun menzilli saldırı varlığı bulunmaktadır. Ayrıca 9K331M Tor-M2 hava savunma sistemi gibi taktik savaş platformlarını ve çeşitli İHA'ları, R-168 Akveduk taktik telsizi gibi radyo ve uydu iletişim sistemlerini ve ayrıca TornMDM gibi elektronik savaş (EW) ve sinyal istihbaratı (SIGINT) platformlarını da içermektedir.

10 Yarı-balistik füzeler büyük oranda balistiktir ama uçuş sırasında manevra yapabilme yeterlilikleri olup çoğunlukla daha alçak bir uçuş yoluna sahiptir.

01

Şekil 2: Sistemlere ve Bileşenlere Genel Bakış



Kaynak: RUSI

Bazı durumlarda bu sistemler tamamen bütün ve kusursuz halde ele geçirilebilmiştir. Özellikle de kullanılmış balistik veya seyir füzesi gibi cephanelerde ise bunlar yalnızca kısmen kurtarılmıştır, yani bunların bileşen profili her zaman bütün halde olmayabilmektedir. Benzer şekilde, burada birçok sistem için sunulan bileşen listelerinin tam kapsamlı olduğu düşünülmemelidir. Tüm bu kısıtlamalara rağmen bu sistemlerin bu kapsamda ele geçirilip sökülmesi, bu silahların nasıl tasarlandığını, üretildiğini ve savaş sahasında nasıl kullanıldığını anlamak açısından neredeyse eşsiz bir fırsat sağlamaktadır.

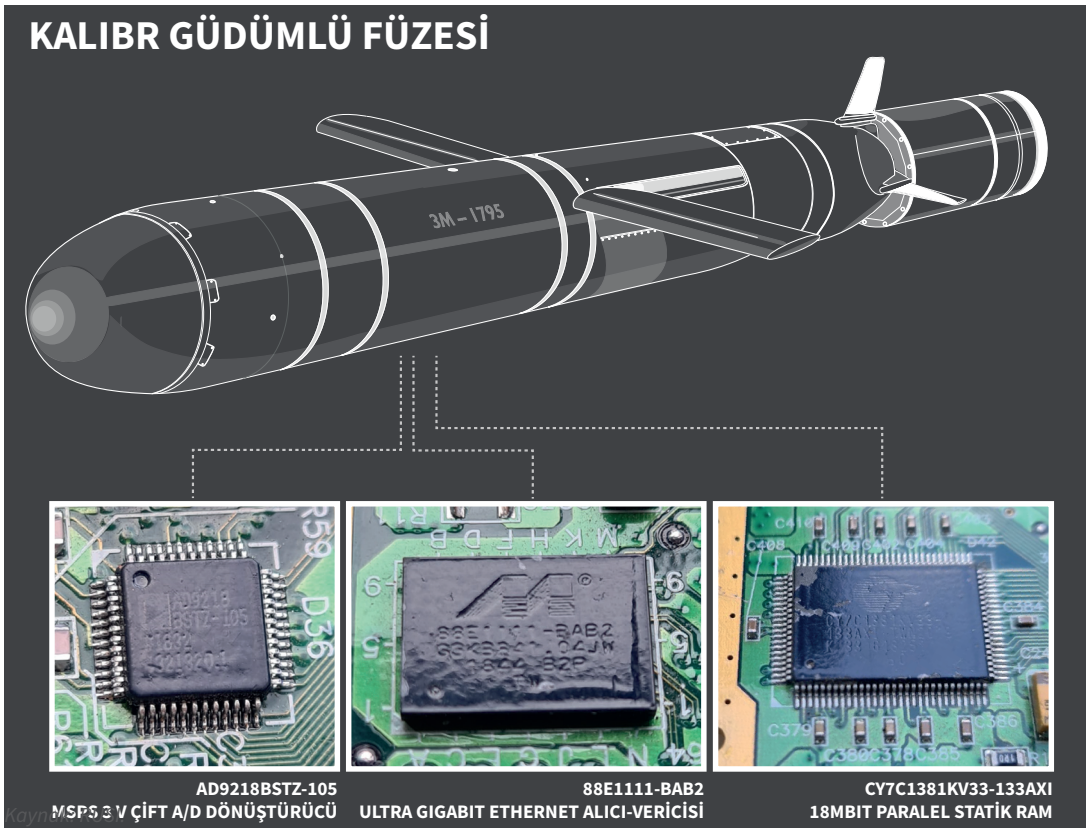
Hep birlikte bu sistemler mikroelektronik, özel kameralar ve sensörler, alıcı-vericiler ve dönüştürücüler, hava soğutmalı kanatlar, motorlar ve diğer parçalar dahil olmak üzere Batı tasarımı bileşenlerin geniş bir alanını kapsıyor. Bunlar arasında RUSI, esas olarak Batılı üreticilerden tedarik edilen ve en az 318'i ABD merkezli şirketlerden gelen 450 benzersiz bileşeni tespit etmiştir. Bazı durumlarda

bu sistemler, aynı bileşenlerden birkaçını içermektedir. Bu arada, aynı bileşenlerden bazıları çeşitli sistemlerde ve alt sistemlerde bulunmuştur ve bu da toplam ürün sayısının önemli ölçüde daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir.

Bu bileşenlerden pek çoğu, çeşitli ülkeler ve yargı alanlarında çevrim içi dağıtıcılar yoluyla satın alınabilen sıradan mikroelektroniklerdir. Diğerleri ise, uzun süredir askeri amaçlarla kullanımlarını önlemek için tasarlanmış olan ihracat kontrollerine tabi olan ürünlerdir. Günümüzde, Kremlin'in Ukrayna'yı işgalinin ardından özellikle askeri nihai kullanıcı için hedeflenerek üretilmiş olan ürünlerin Rusya'ya ihracatı büyük oranda kısıtlanmış haldedir.

Bileşenlerin ve mikroelektroniklerin üretim tarihleri değişmektedir. Bazıları 1980'lerin başına kadar üretilmiş ve muhtemelen tedarik edilmiş olsa da diğerleri son yıllarda üretilmiştir. Örneğin, Kalibr seyir füzesinde bulunan Batı tasarımı bileşenler, Kremlin'in Ukrayna'yı işgalinin ardından Rus askeri nihai kullanıcılarını hedef alan çok çeşitli yaptırımlar ve ihracat kontrollerinden dört yıl sonrasına, 2018 ve 2019'a tarihlenmektedir.

Şekil 3: Kalibr Seyir Füzesinin Modern Bileşenleri



Bununla birlikte,
belirli sınıflandırmalarından bağımsız olarak , Batı'da üretilen mikroelektroniklerin ve diğer bileşenlerin bu seviyede varlığı, Rusya'nın bunların yerli muadillerini üretme veya başka yerlerden benzer ürünler satın alma konusundaki devam eden başarısızlığını vurgulamaktadır. Ayrıca, ülkenin askeri-endüstriyel kompleksinin, özellikle çift kullanımlı malların ve kritik bileşenlerin ihracatı üzerindeki kontrolleri güçlendirmeye yönelik çok taraflı çabaları ışığında, işgalin başlangıcından bu yana kaybedilen ekipman ve malzemelerin değiştirilmesinde karşılaştığı zorlukları vurgulamaktadır.

DÜNYA GENELİNDEN TEDARİK

Veri setindeki bileşenlerin büyük çoğunluğu, ABD merkezli 57 şirket kaynaklıdır. Bunlar arasında en öne çıkanlar, Analog Devices

Inc, Texas Instruments, Maxim Integrated,[11] Xilinx Inc,[12] Microchip Technology Inc, ON Semiconductor, Altera Corporation,[13] Intel Corporation, Atmel Corporation[14] ve Cypress Semiconductor gibi önde gelen mikroelektronik ürün üreticileri tarafından üretilmiştir.[15] Bu 10 şirket tarafından üretilen toplam 208 eşsiz bileşen, Rus silahlı kuvvetleri tarafından kullanılan ve yukarıda bahsedilen sistemlerin 26'sında tespit edilmiştir.

ABD dışında, toplam 77 bileşen Japonya, Tayvan, Güney Kore, Çin ve Singapur merkezli şirketler tarafından tasarlanmış ve üretilmiştir. Bunlardan on üç tanesi Japonya'nın Murata Manufacturing Co Ltd firması tarafından üretilmişken yedi tanesi de Tayvan'ın Yageo Corporation firması tarafından üretilmiştir.

En az 55 eşsiz bileşenin, Avrupalı şirketler tarafından üretilmiş olduğu tespit edilmiştir. Özellikle en büyük ürün hacmi, Hollanda merkezli NXP Semiconductors NV ve İsviçre merkezli STMicroelectronics isimli şirketlerden gelmiştir. Diğer üreticiler arasında İsviçre'den u-blox, Almanya'dan EPCOS, Fransa'dan Thales Group'un yanı sıra Birleşik Krallık'tan CML Microcircuits ve Golledge Electronics de bulunmaktadır.

Bu bileşenlerin pek çoğunun üzerindeki seri numaraları sayesinde spesifik üreticisinin doğrulanması mümkün olsa da küçük bir kısmının üretici sayfalarından doğrulanması mümkün olmamıştır ve büyük olasılıkla bunlar artık üretim dışı ürünlerdir. Buna ek olarak, haklarında pozitif bir tanımlama yapmak için bazı bileşenler hakkında yeterli bilgi mevcut değildi. Ayrıca, bileşen sahteciliğinin giderek yaygınlaşan bir fenomen olduğu, yani belirli parçaların bazen başka bir yerde üretilen sahte, daha düşük kaliteli kopyalar olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu bileşenler, bu Rus sistemlerinde en yaygın olarak kullanılanları anlamak için türlere ve alt türlere ayrılmıştır. En yaygın olanı, mikrodenetleyiciler ve mikroişlemcilerin yanı sıra, müşterilerin ve mühendislerin entegre devreyi üretildikten sonra yapılandırmalarına olanak tanıyan karmaşık programlanabilir mantık deverleri (CPLD) ve FPGA'lardı.[16]

Batı menşeli diğer yaygın bileşenler arasında PLL sentezleyiciler, operasyonel amplifikatörler, osilatörler, RS-232 alıcı-vericiler, CAN alıcı-vericiler, kademeli regülatörler, eternet denetleyicileri, analogdan (A/D) dijitale dönüştürücüler ve termal görüntüleme

11 Ağustos 2021'den bu yana Analog Devices Inc'nin bir yan kuruluşu olarak faaliyetlerini sürdürmektedir. Bkz. Analog Devices, 'Analog Devices, Maxim Integrated'i Satın Alma İşlemini Tamamladı', basın bildirisi, 26 Ağustos 2021, <https://www.analog.com/en/about-adi/news-room/press-releases/2021/8-26-21-adi-completes-acquisition-of-maxim-integrated.html>, 18 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

12 Şubat 2022 tarihinde Advanced Micro Devices Inc tarafından satın alınmıştır. Bkz. Advanced Micro Devices, 'AMD, Xilinx'i tedarik işlemlerini tamamladı', basın bildirisi, 14 Şubat 2022, <https://ir.amd.com/news-events/press-releases/detail/1047/amd-completes-acquisition-of-xilinx>, 18 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

13 Intel Corporation tarafından Aralık 2015'te satın alınmıştır. Bkz Intel Haber Odası (Intel Newsroom), 'Intel, Altera'yı tedarik işlemlerini tamamladı', basın bildirisi, 28 Aralık 2015, <https://newsroom.intel.com/news-releases/intel-completes-acquisition-of-altera/#gs.5eb5ck>, 18 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

14 Microchip Technology tarafından 2016'da satın alınıp dahil edilmiştir. Bkz. Claudia Assis, 'Microchip Technology, Çip İmalatçısı Atmel'i 3,56 Milyar Dolar Anlaşmayla satın aldı', MarketWatch, 19 Ocak 2016, <https://www.marketwatch.com/story/microchip-technology-buys-chip-maker-atmel-in-356-billion-deal-2016-01-19>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

15 Nisan 2020 tarihinde Infineon Technologies AG tarafından satın alınmıştır. Bkz. Infineon Technologies, 'Infineon Technologies AG, Cypress Semiconductor Corporation'ın Satın Alımını Tamamladı', basın bildirisi, 16 Nisan 2020, <https://www.infineon.com/cms/en/about-infineon/press/press-releases/2020/INFXX202004-049.html>, 18 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

16 Bu cihazlar, kullanıcı tarafından geliştirme aşamasında veya fabrika aşamasında yapılandırılması için bir programlama cihazına da ihtiyaç duyar. Bu programlama cihazları genellikle çip üreticisi tarafından satılır ve içerisinde ihracat kontrolüne tabi olan bir dizi karmaşık parça içerir. Bunun anlamı, CPLD'ler ve FPGA'lar ithal etmek isteyen kullanıcıların doğru şekilde programlamak için bu destek araçlarına da ihtiyaç duyacağıdır. Xilinx, 'Alan Programlanabilir Kapı Dizisi (FPGA)', <https://www.xilinx.com/products/silicon-devices/fpga/what-is-an-fpga.html>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir; techopedia, 'Kompleks Programlanabilir Mantık Devreleri (CPLD)', <https://www.techopedia.com/definition/6655/complex-programmable-logic-device-cpld>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

kameraları bulunmaktadır.

Bu türde cihazlar ticari elektronik sistemlerde çok sayıda farklı roller oynarken, aynı zamanda modern savaşların da merkezinde yer almaktadırlar. Karmaşık sensörler, bilgi işlem sistemleri, hedefleme ve navigasyon kompleksleri, şifreli iletişim ekipmanları ve diğer birçok modern platformun işlevleri bu tür mikroelektroniklere bağlıdır. Bu nedenle üretimleri veya tedarikleri, Rusya'nın teknolojiye aç askeri-endüstriyel kompleksi için her zaman bir öncelik olmaya devam edecektir.

AKIŞIN ENGELLENMESİ: YAPTIRIMLAR VE İHRACAT KONTROLLERİ

Ukrayna'nın Şubat 2022'de işgalini takiben ABD, Birleşik Krallık ve AB, Rusya'ya karşı bir dizi kapsamlı yaptırım uygulamıştır.[17] Bunlara, ülkenin askeri teknolojiye ve kritik bileşenlere erişimini kısıtlamak için tasarlanmış geniş kapsamlı ihracat kontrollerinin genişletilmesinin yanı sıra, hedefli mali ve sektörel yaptırımlar da dahil edilmiştir.[18] Japonya, Güney Kore, Tayvan, Kanada, Avustralya ve İsviçre dahil olmak üzere çeşitli ülkeler ve yargı alanları da benzer ihracat kontrollerini uygulamayı taahhüt etmiştir.

İşgal öncesinde Rusya silah sistemlerinde bulunan ve ABD'de üretilen bileşenlerin çoğu, İhracat İdaresi Yönetmeliği (EAR99) kapsamında Rusya'ya ihracat için gümrükten geçmiş olsa da bu ürünlerin ABD'li ihracatçıları, söz konusu ürünlerin yasaklı bir nihai kullanıcıya yönelik olmadıklarından veya yasaklı bir nihai kullanım amacıyla kullanılmadıklarından emin olmak için hâlâ bir gerekli özen yükümlülüğüne sahiptir.[19]

Bununla birlikte, bu rapor için incelenen Rus silahları ise, ABD şirketleri tarafından üretilen ve EAR99 sınıflandırmasına tabi bileşenlerin uzun bir listesini içermektedir. Texas Instruments, Analog Devices, Maxim Integrated ve Xilinx, bunların birincil üreticileri olup toplamın yaklaşık %30'una karşılık gelmektedir. Özellikle, belli başlı dört kategori altında toplanmış olan, coğrafi konum ve hesaplama için önemli olan çok çeşitli parçaları içeriyorlar: Mikrodenetleyiciler, mikroişlemciler, arayüzler, amplifikatörler ve FPGA'lar.

Açıkçası, Rus silah sistemlerinde çok sayıda ABD yapımı EAR99 bileşeninin varlığı, bu parçaların Rusya'daki distribütörlerden satın alındığına veya askeri amaçlar için tedarik edildiğine ve yönlendirildiğine dair güçlü bir kanıt teşkil etmektedir.

Çeşitli başka durumlarda ise Rus silah sistemlerinde bulunan bileşenler, Şubat 2022'deki işgalden önce daha sıkı ihracat kontrollerine tabiydi. [20] Bu durum, ABD menşeli parçalar için geçerli olmanın yanı sıra[21] Birleşik Krallık, AB, Japonya, Güney Kore ve Tayvan gibi başka ülkelerde üretilen parçalar için de geçerlidir. Bu da bu ürünlerin muhtemelen yasadışı yollarla satın alınıp el altından Rusya'ya gönderildiği veya işgal öncesinde bir noktada hileli bir yoldan askeri nihai kullanıcılara

17 Birleşik Krallık önlemleri için bkz. Dışişleri, Milletler Topluluğu ve Kalkınma Ofisi, 'Birleşik Krallık tarafından Rusya İle İlgili Uygulanan Yaptırımlar', 19 Temmuz 2022, <https://www.gov.uk/government/collections/uk-sanctions-on-russia>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir; ABD önlemleri için bkz. ABD Hazine Bakanlığı, 'Ukrayna/Rusya İle İlgili Yaptırımlar', <https://home.treasury.gov/policy-issues/financial-sanctions/sanctions-programs-and-country-information/ukraine-russia-related-sanctions>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir; AB önlemleri için bkz. Avrupa Komisyonu, 'Rusya'nın Ukrayna'ya Karşı Askeri Saldırıları Sonrasında Uygulanan Yaptırımlar', <https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/international-relations/restrictive-measures-sanctions/sanctions-adopted-following-russias-military-aggression-against-ukraine_en>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

18 *Aynı yazıda*

19 ABD Ticaret Bakanlığı Uluslararası Ticaret İdaresi, 'İhracat Kontrol Sınıflandırma Numarası (ECCN) ve İhracat İdaresi Yönetmeliği (EAR99)', <https://www.trade.gov/eccn-and-export-administration-regulation-ear99>, 18 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

20 Bu proje için bileşenler, ECCN veya EAR99 düzenlemeleri sınıflandırmaları kapsamında olup olmadıklarını belirlemek için açık kaynaklarla çapraz referanslamaya tabi tutulmuştur. Bkz 'Metodoloji'.

21 ABD menşeli teknolojileri belirli bir seviyenin üzerinde kullanan yabancı yapımı bileşenler de ABD ihracat kontrollerine tabi olacak olup bir ihracat lisansı gerektirebilecektir. Bkz. ABD Ticaret Bakanlığı Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'İhracatta Dikkate Değer SSS – Hangi Teknolojiler Ticaret Bakanlığının Kontrollerine Tabi?', <https://www.bis.doc.gov/index.php/policy-guidance/deemed-exports/deemed-exports-faqs/faq/48-what-technologies-are-subject-to-the-commerce-department-controls>, 25 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

yönlendirildiği anlamına gelmektedir.

2007'den sızan bazı belgeler, ABD hükümetinin Rusya'ya kontrollü ihracat konusundaki iç müzakerelerini ortaya koymaktadır. Bunlardan birisi Analog Devices tarafından üretilen ve Ukrayna'da çeşitli silah sistemlerinde keşfedilene çok benzer bir A/D dönüştürücü ile ilgilidir.[22] Rus ithalatçısı o zamanlar nihayetinde sivil bir varlık olarak kabul edilirken, kontrollü ABD teknolojisinin doğrudan ihracatı, ürünün askeri olmayan amaçlar için kullanılmasını sağlamak açısından bir lisansın yanı sıra muhtemelen sevkiyat sonrasında da bir doğrulama gerektirirdi.[23]

Ancak, Rusya'nın Kırım bölgesini 2014'te işgali ve ilhakı sonrasında bir dizi ülke zaten bileşenlerin Rus askeri–endüstriyel kompleksine tedarikini kısıtlamak için çeşitli girişimleri başlatmış durumdaydı. 2014'ün başlarında ABD Sanayi ve Güvenlik Bürosu (BIS), Rusya'nın askeri yeterliğine veya savunma sanayi üssüne katkıda bulunan, EAR'ye tabi herhangi bir yüksek teknoloji ürünü Rusya'ya veya Kırım'a ihraç veya yeniden ihraç etme lisansı için bekleyen başvuruları reddederek Rusya'ya olan ihracat kısıtlamalarını genişletmiştir.[24] Aynı yılın temmuz ayında AB de aynı yola başvurarak silah ve ilgili malzemelere ambargoyu içeren yaptırımlar uygulamıştır. Silah ve ilgili malzemeler üzerinde ambargo ve askeri kullanım veya askeri nihai kullanıcılara yönelik çift kullanımlı mallar ve teknoloji içeren yaptırımları devreye sokmuştur.[25]

ABD ihracat kısıtlamaları o tarihten itibaren aşamalı olarak genişlemiştir. Örneğin, Aralık 2020'de BIS, ihracatçıların, yeniden ihracatçıların ve bileşenleri ülke içinde aktarmak isteyenlerin EAR ürünlerinin bu kuruluşlara transferi için ihracat lisansı almalarını gerektiren 58 Çinli ve 45 Rus şirketini tehlikeye atan bir 'Askeri Son Kullanıcı' (MEU) listesi yayınlamıştır.[26]

Mart 2021'de BIS de EAR lisansı istisnalarını önemli ölçüde daraltmıştır ve Rusya'ya giden ve ulusal güvenlik sebepleriyle kontrol altında olan ürünlerle ilişkili işlemler için RPL (Parça ve Ekipmanlar için Servis ve Değişim) Lisans İstisnasını ve APR (Ek İzin Verilen Yeniden İhraçlar) için Lisans İstisnasını askıya almıştır.[27]

BIS KURULUŞ LİSTESİ

2022'deki işgal sonrasında BIS, çift kullanımlı ürünleri düzenleyen EAR'ye tabi yabancı kişi, kuruluş ve hükümetleri içeren bir ticaret kısıtlama listesi olan Kuruluş Listesine birçok Rus ve Belarus merkezli şirketi de eklemiştir.[28] Listeye eklenen taraflar ya ABD Dışişleri Bakanlığı tarafından yaptırıma tabi faaliyetlere

22 WikiLeaks, 'EXTRANCHECK: LİSANS ÖNCESİ KONTROL: JSC VREMYA- CH, NIZHNY NOVGOROD, RUSYA, LİSANS NO. D368426', 12 Ocak 2007, <https://wikileaks.org/plusd/cables/07MOSCOW86_a.html>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

23 ABD Ticaret Bakanlığı Uluslararası Ticaret İdaresi, 'İhracat Kontrol Sınıflandırma Numarası (ECCN) ve İhracat İdaresi Yönetmeliği (EAR99)', <https://www.trade.gov/eccn-and-export-administration-regulation-ear99>, 18 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

24 ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Ticaret Bakanlığı, Rusya'ya İhracat Kısıtlamalarında Genişletmeye Gidildiğini Bildirdi', basın bildirisi, 28 Nisan 2014, <https://www.bis.doc.gov/index.php/all-articles/107-about-bis/newsroom/press-releases/press-release-2014/665-commerce-dept-announces-expansion-of-export-restrictions-on-russia>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

25 AB Konseyi, 'Zaman Çizelgesi – Ukrayna ile İlgili Olarak Rusya'ya Karşı AB'nin Kısıtlayıcı Önlemleri', <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/sanctions/restrictive-measures-against-russia-over-ukraine/history-restrictive-measures-against-russia-over-ukraine/>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

26 ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Ek No. 4'ten 744'e – KURULUŞ LİSTESİ', 28 Temmuz 2022, <https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/regulations-docs/2326-supplement-no-4-to-part-744-entity-list-4/file>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

27 Alexandre (Alex) Lamy, Lise S Test ve Paul Amberg, 'Navalny'nin Zehirlenmesi ve Hapsedilmesi Sonrasında ABD Tarafından Rusya'ya Uygulanan İhracat Kontrollerine BIS ve DDTC Uygulaması Sıkılaştırıldı', Yaptırımlar ve İhracat Kontrolleri Güncellemesi, 29 Mart 2021, <https://sanctionsnews.bakermckenzie.com/bis-and-ddtc-implement-strengthened-us-export-controls-on-russia-in-response-to-poisoning-and-imprisonment-of-navalny/>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişildi.

28 ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu 'Kuruluş Listesi', <https://www.bis.doc.gov/index.php/policy-guidance/lists-of-parties-of-concern/entity-list>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

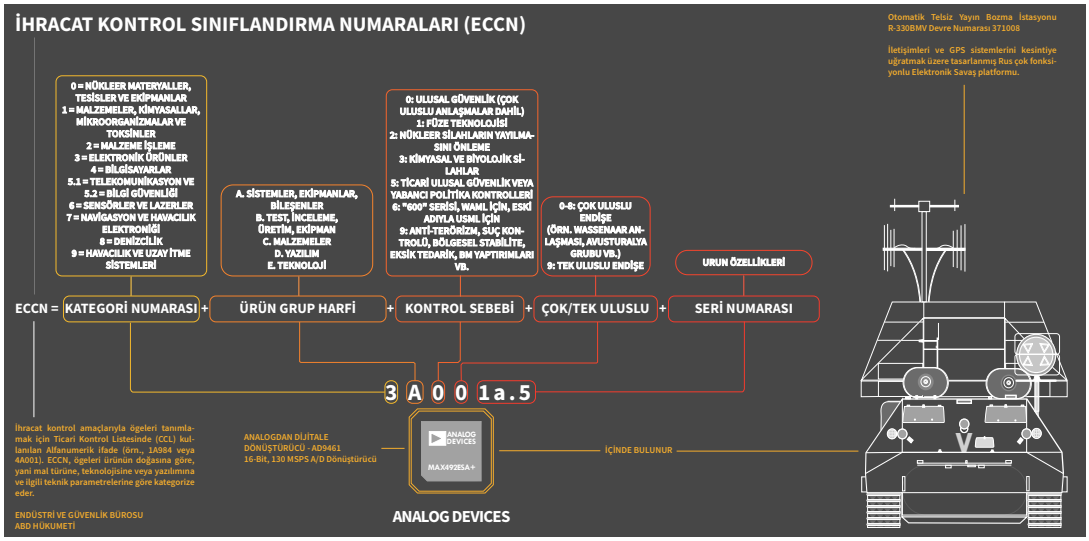
ya da ABD'nin ulusal güvenlik veya dış politika çıkarlarıyla çatışan faaliyetlere dahildir.[29]

Kuruluş Listesi, EAR içerisinde başka yerlerde belirtilen diğer lisans gerekliliklerinden bağımsız olarak listelenen taraflara bir lisans gerekliliği uygular. Bu kuruluşlardan bazılarıyla ilgili olarak EAR99 sınıfı ürünler için dahi ihracatçı tarafından ihracat, yeniden ihracat veya (ülke içerisinde) ilgili tarafa transfer işlemi bir lisansa tabi olacaktır.[30] Bu durum, BIS'in Doğrulanmamış Kuruluşlar Listesine dahil olma veya 'reddedilen kişi' olarak tanımlanma kadar kısıtlayıcı olmasa da Kuruluş Listesindeki tarafların büyük bölümü için BIS, güçlü bir aksi durum olmadığı sürece ret ile sonuçlanacak bir lisans inceleme politikası uygulamaktadır. Bu sayede, listelenen tarafların İhraç Kontrol Sınıflandırma Numarasına (ECCN) ve ABD'li ihracatçılardan EAR99 çift kullanımlı ürünlere erişimini etkili bir şekilde engellemektedir.

Bu sebeple, yaptırımların büyük bir kısmı ve ihracat kontrollerinin sıkılaştırılması Rusya'nın silahları için Batılı bileşenleri tedarik yeteneğini önemli ölçüde etkileyecek olsa da ülkenin silah platformlarında yer alan bu tür ürünlerin çoğu 2014 ve 2022 işgalleri öncesinde zaten kontrole tabiydi.[31]

Öyle ki, Rus silah sistemlerinde bulunan toplam 81 benzersiz bileşen, ABD hükümetinin Ticaret Kontrol Listesi'nde ilişkili İhracat Kontrol Sınıflandırma Numaraları (ECCN'ler) ile çift kullanımlı mallar olarak sınıflandırılmıştır.[32] ECCN sistemi, malların ABD Ticaret Bakanlığı'ndan ihracat lisansı gerektirip gerektirmediğini belirlemek için beş karakterli alfasayısal tanımlamalar kullanır. Bir malın ECCN'si varsa, ürün çift kullanımlı bir mal olarak sınıflandırılır ve bir ihracatçının yurtdışına sevkiyat için bu lisansa sahip olması gerekir.

Şekil 4: İhracat Kontrol Sınıflandırma Numaralarını Anlamak



Kaynaklar: ABD Endüstri ve Güvenlik Bürosu; MIT İhracat Kontrolü, 'İhracat Kontrolü Sınıflandırma Numaraları (ECCN'ler) İçin Kılavuz'; RUSI.

Bu kontrollere tabi ABD-menşeli bileşenlerin çoğu, 9M549 300-mm GLONASS-güdümlü roket, Kh-59 gemi-savar füzesi (AShM) ve R-330BMV EW sistemi gibi Rusya'nın en kritik silah sistemlerinde bulunmuştur. 9M549 roketi ve Kh-59, ECCN kontrollü flaş bellek ve SRAM

29 *Aynı yazıda*

30 *Aynı yazıda*

31 ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu 'Ticaret Kontrol Listesi(CCL)', <https://www.bis.doc.gov/index.php/regulations/commerce-control-list-ccl>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

32 Bu proje için bileşenler, ECCN veya EAR99 düzenlemeleri sınıflandırmaları kapsamında olup olmadıklarını belirlemek için açık kaynaklarla çapraz referanslamaya tabi tutulmuştur. Bkz 'Metodoloji'.

modülleri içeriyordu. Diğer taraftan, R-330BMV içerisinde FPGA'lar, CPLD'ler, mikroişlemciler, dijital sinyal işleyiciler ve A/D dönüştürücüler dahil bir dizi ECCN kontrollü bileşen tespit edilmiştir.

Tespit edilen ECCN kontrollü diğer bileşenler arasında Kh-101 ALCM'deki Hollanda menşeli yarı iletkenler ve 9M727 GLCM'nin içinde yüksek performanslı bir CMOS statik RAM çipi vardı. Torn-MDM SIGINT sistemi içerisinde de beş ayrı ECCN bileşeni tespit edilmiş olup bunlara Batı menşeli mikrodenetleyiciler ve RF amplifikatör de dahildir. Bununla birlikte, en fazla ECCN kontrollü bileşenleri içeren sistemler genellikle telsiz ekipmanı bileşenleriydi. Örneğin, R-392 ACM telsizi en az altı eşsiz ECCN sınıfı bileşen içermektedir.

Bu kontrollü ürünlerin yüksek bir bölümü orijinal olarak ABD merkezli şirketler tarafından üretilmiştir ve veri setindeki ECCN mallarının %78'ini teşkil etmektedir. Birlikte ele alındığında, Analog Devices ve Texas Instruments, Rus silah sistemlerinde bulunan toplam ECCN sınıfı malların yaklaşık %25'inin orijinal üreticileriydi.

ECCN sınıfı bileşenlerin ABD merkezli diğer üreticileri arasında Intel Corporation, Atmel Corporation, Cypress Semiconductors ve Microchip Technology bulunmaktadır. Japon ve Tayvanlı üreticiler sırasıyla 10 ve 9 kalemle ikinci ve üçüncü sırada yer almaktadır.

AMERİKA'NIN EN ÇOK ARANANI

Rus istihbarat örgütleri ve Sovyet selefleri onlarca yıl boyunca casusluk ve tedarik çabalarının bir parçası olarak ABD'nin önde gelen bilgisayar ve mikroelektronik şirketlerini hedef almıştır. 1985 yılında ABD hükümetinin Sovyetlerin tedarik hedeflerine ilişkin gerçekleştirdiği bir değerlendirme, IBM ve Texas Instruments'ı Sovyetler için öncelikli nüfuz hedefleri olarak listelemiştir.[33] Saf değiştiren Vasili Mitrokhin tarafından yayınlanan KGB arşivleri, servisin 1964'te Texas Instruments'ın Fransız ofisine bir casus yerleştirmeyi dahi başardığını göstermektedir.[34] Bu operasyonların şaşırtıcı boyutu, KGB için çalışan bir Sovyet mühendisi olan Vladimir Vetrov Fransız istihbaratına, KGB'nin Birinci Başmüdürlüğü'nün T Müdürlüğü'ne bağlı bir teknik toplama departmanı olan X Hattı'nın faaliyetleri hakkında 4.000 gizli belge sağladığında, ancak 1981'de ortaya çıkarılmıştır.[35] Akabinde Veda (Farewell) Dosyası olarak adlandırılacak olan bu olaya göre, Sovyet çabaları geniş boyutluydu ve dünya çapında 100'den fazla KGB ajanını istihdam ediyordu.[36] Bu dosya ayrıca bu ajanların gayet etkili olduğunu, Batılı ülkelerden oldukça büyük miktarda S&T bilgi ve materyalleri topladıklarını da ortaya koymuştur. Bildirildiğine göre casusluk malzemelerinin %61,5'i ABD'den, %10,5'i Batı Almanya'dan, %8'i Fransa'dan, %7,5'i Birleşik Krallık'tan ve %3'ü Japonya'dan elde edilmekteydi.[37]

X Hattı çabaları muazzam şekilde başarılı olmuştur. CIA'in 1982'deki kendi değerlendirmelerine göre, Sovyetler, ülkenin ilk kızılötesi güdümlü füzesi olan Vympel K-13.38 Sidewinder'ın geliştirilmesini sağlayan ABD AIM-9 Sidewinder havadan havaya füzesini almış ve "bütünüyle kopyalamıştı".[38] Sidewinder, yüzlerce örnekten sadece biridir. Sovyetler, omuzdan ateşlenen FIM-43 Redeye

33 Savunma Sekreterliği Ofisi, 'Askeri Açıdan Önemli Batı Teknolojilerinin Sovyetler Tarafından Ele Geçirilmesi: Bir Güncelleme', Eylül 1985, <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA160564.pdf>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

34 Christopher Andrew ve Vasili Mitrokhin, *Mitrokhin Arşivi* (Londra: Penguin Press, 1999), s. 245.

35 David G Major, 'Veda', 1999, <https://cdn.ymaws.com/cicentre.com/resource/resmgr/articles/farewell_old_reason_by_david.pdf>, 19 Temmuz 2022'de erişilmiştir.

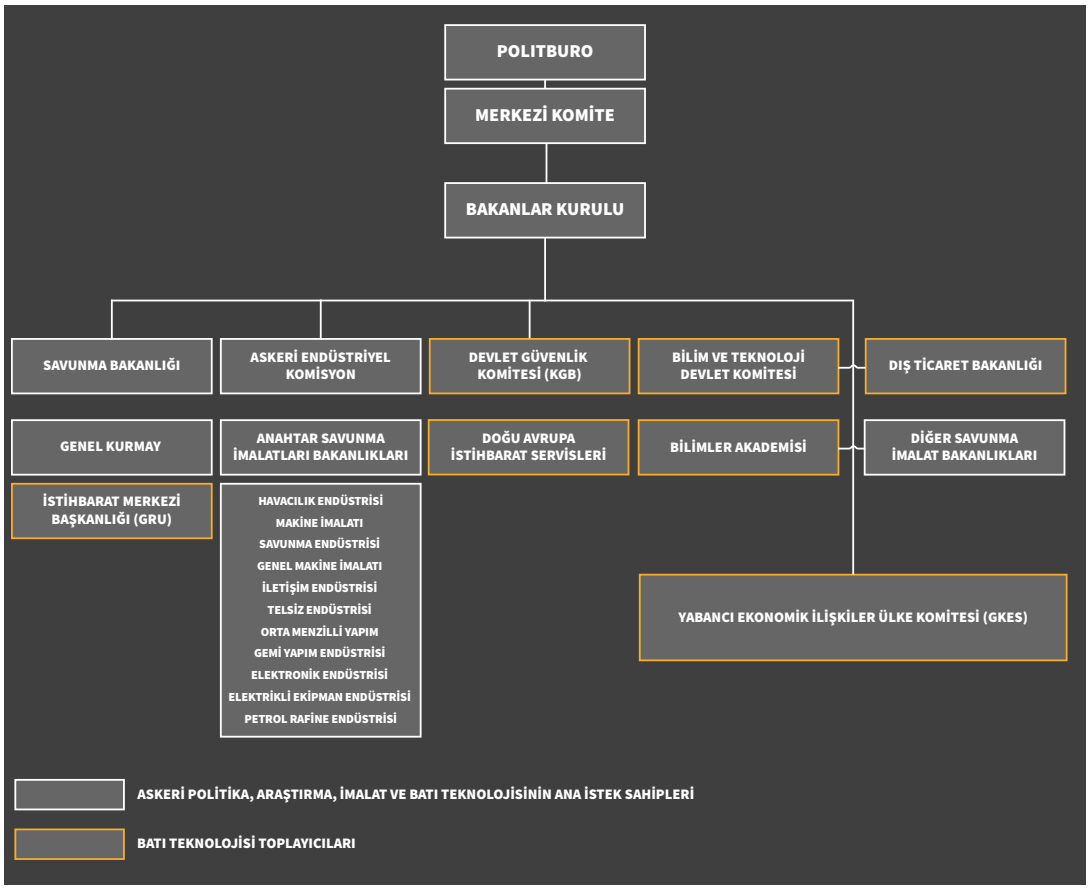
36 *Aynı yazıda*

37 Christopher Andrew ve Vasili Mitrokhin, *Mitrokhin Arşivi II: KGB ve Dünya* (Londra: Penguin Press, 2006), s. 306.

38 CIA, 'Kurumlar Arası İstihbarat Memorandumu', s. 9. Sovyetler Birliği'nin bir AIM-9 Sidewinder'ı nasıl elde ettiğine dair alternatif bir teori ise, Eylül 1958'de Tayvan'a ait bir F86 Sabreler ile yaşanan bir hava angajmanı sırasında patlamamış bir AIM-9B'nin Çin'e ait bir MiG-17'ye saplanıp kalmasıdır. Hasar görmemiş halde ele geçirilen bu füze, anlatıldığına göre Sovyetler Birliği'ne gönderilmiş ve Vympel K-13'ü geliştirecek şekilde tersine mühendisliğe alınmıştır. Bkz. Amerika Bilim Adamları Federasyonu, 'AA-2 ATOLL K-13 (R-3 veya Nesne 310) PL-2 / PL-3 / PL-5', <https://web.archive.org/web/20160304041942/http://fas.org/man/dod-101/sys/missile/row/aa-2.htm>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

MANPAD sistemi gibi başka füzelerin yanı sıra, ABD LGM-30 Minuteman ICBM'nin güdüm alt sistemi hakkındaki veriler, katı yakıtlı füzeler hakkındaki veriler, F-14'lerde, F-15'lerde, F-18'lerde kullanılan sistemlerle ilgili radar verileri ve çok çeşitli diğer sistemler hakkında bilgiler de ele geçirmiştir.[39]

Şekil 5: Batı Teknolojilerinin Yönlendirilmesi ve Satın Alınmasından Sorumlu Sovyet Kuruluşları



Kaynaklar: Frank Dittmann, 'Sosyalizm Altında Mikro Elektronikler; RUSI.

Sovyetler Birliği'nin çöküşü, bu aktiviteleri yalnızca geçici olarak yavaşlatmış görünmektedir. Örneğin, 2012 yılında, 11 kişi hakkında mikroelektronikler gibi kritik teknolojileri 'öncelikle Rus ordusu ve istihbarat kurumları da dahil olmak üzere Rus devlet kurumları için' ihraç etmek isteyen bir kaçakçılık şebekesi işlettiği iddiasıyla dava açılmıştır.[40]O zaman basında çıkan haberlere göre[41], kaçakçılık şebekesi, bu ürünleri satın almak ve Rusya'ya geri taşımak için kullanılan bir paravan şirket olan Arc Electronics için çalışan Rus ajanlar tarafından kandırıldıklarını iddia eden Texas Instruments ve Analog Devices da dahil olmak üzere birçok ABD şirketini hedef almıştır.[42] ABD Adalet Bakanlığı tarafından sunulan belgelere göre Arc Electronics'in 2002 ila 2012 yılları arasında Rus Savunma Bakanlığı'na askeri teçhizat tedarikçilerine 50 milyon dolar değerinde mal gönderdiği iddia

39 CIA, 'Kurumlar Arası İstihbarat Memorandumu', s. 9.

40 ABD Bölge Mahkemesi New York Doğu Bölgesi ile 'Alexander Fishenko vd. Amerika Birleşik Devletleri' arasındaki Dava, iddianame, 28 Eylül 2012, <https://www.wired.com/images_blogs/dangerroom/2012/10/indictment.pdf>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

41 Christie Smythe, Iain King ve Bloomberg News, 'ABD'nin İddiasına Göre Texas Instruments'ten Xilinx, Rus İhracat Şebekesi Tarafından Kandırıldı', *Washington Post*, 26 Eylül 2015.

42 *Aynı yazıda*

edilmiştir.[43]

Son aylarda ABD hükümeti, Rusya'nın gizli tedarik ağlarının takibine devam etmiştir. ABD Hazinesi, 2022 işgalinden sadece bir ay sonra Rus istihbarat teşkilatları adına Batı menşeli kritik teknolojileri satın aldıkları iddia edilen 30'un üstünde kişi ve şirket belirlemiştir. Bu belirlemeler, ABD Hazinesi'nin Birleşik Krallık, Malta, Singapur, İspanya ve Rusya'daki karmaşık bir şirketler ağını yönettiğini iddia ettiği Serniya Engineering adlı bir Rus kuruluşuna odaklanan bir ağı da içermektedir.[44]

Serniya Engineering, 2017 yılında kurulmuş görünse de[45] 'Serniya Engineering' alan adını geçmişte kullanmış olan NPO Sernia, Serniya Engineering ile aynı alan adına kayıtlıydı ve aynı iş kapsamı listesini kullanıyordu. Ek raporlama notlarına göre NPO Sernia, 2016[46] yılında feshedilmiştir ve Serniya Engineering ise 2017 yılında kurulmuştur.

Ancak bu zamanlama takvimi, diğer açık kaynaklı raporlamalarla eşleşmemektedir. Serniya Engineering'in web sitesinin arşivlenmiş kopyaları, bu şirketin 1998,[47] yılında kurulduğunu belirtmektedir ve Nisan 2021 tarihinde yayınlanan makalelere göre Serniya Engineering, Moskova Fizik Departmanı bünyesinde 1980'lerin sonlarında kurulmuştur – NPO Sernia'nın yıllardır gösterdiği adresle tam da aynı adreste.[48]

NPO Sernia'nın web sitesinden arşivlenmiş sayfalar, bu şirketin bazı anahtar projelerinin Dışişleri Bakanlığı ve diğer hükümet kurumları adına gerçekleştirildiğini belirtmektedir. Bu kurumlarla ilgili yayınlanan teşkilat armaları arasına, web sitesinde 2007 ila 2013 yılları arasında yayınlandığına göre Federal Güvenlik Servisi (FSB) ve Federal Koruma Servisi (FSO) armaları dahildir.[49]

43 ABD Adalet Bakanlığı Başsavcılığı, 'Hakkındaki Tüm İddialardan Duruşmada Hüküm Giyen Mikro Elektronik Parçaların Rusya'ya İhracatını Yapan Sanık 135 Ay Hapis Cezasına Çarptırıldı', 28 Şubat 2017, <https://www.justice.gov/usao-edny/pr/exporter-microelectronics-russian-military-sentenced>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

44 ABD Hazine Bakanlığı, 'Hazine, Yaptırımları İhlal Ağlarını ve Putin'in Savaşını Mümkün Kılan Teknoloji Şirketlerini Hedef Alıyor', basın bildirimi, 31 Mart 2022, <https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0692>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

45 rusprofile, '"Serniya Engineering" Limited Şirketi', son güncelleme, 21 Temmuz 2022, şu adreste bulunabilir: <https://www.rusprofile.ru/id/10885594>, 23 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

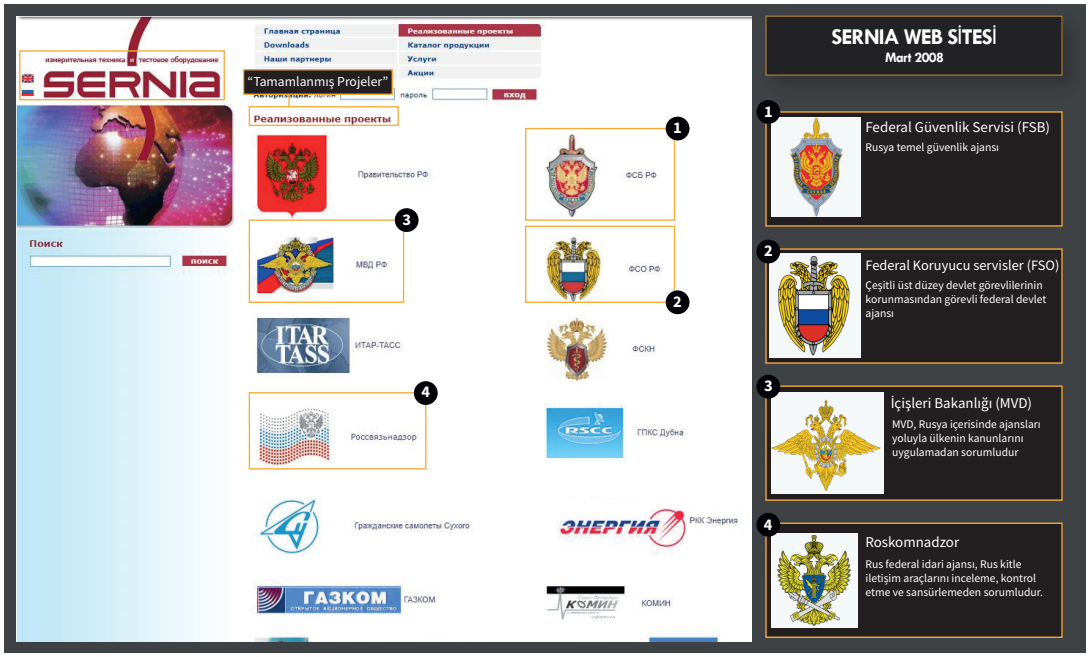
46 Serniya Engineering ile iletişim kuran *Financial Times* tarafından gerçekleştirilen bildirime göre NPO Sernia, Mart 2016 tarihinde feshedilmiştir. Bkz. Jamie Powell, 'Djeco Group Da Neyin Nesi?', *Financial Times*, 25 Mart 2022. Bu bilgiye, şu adresten erişilebilir: <https://www.ft.com/content/63c80363-644d-4981-a144-c618144845e6>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

47 Temmuz 2007 tarihinde arşivlenmiş sayfayı görüntülemek için bkz. Sernia.ru, 'O Kompanii' ['Şirket Hakkında'], Wayback Machine yoluyla erişilmiştir, <https://web.archive.org/web/20070715005149/http:/www.sernia.ru/?aux_page=about_company>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

48 TMC, 'Sernia Engineering Çalışanıyla Mülakat', <https://go.techmfg.com/l/910112/2021-04-29/9r3l>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

49 Ağustos 2013 tarihinde arşivlenmiş sayfalar için, bkz. Sernia.ru, 'Realizovannnye proekti' ['Tamamlanmış Projeler'], Wayback Machine yoluyla erişilmiştir, <https://web.archive.org/web/20130830145236/http://www.sernia.ru/relized_projects>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir. Ayrıca bkz. Powell, 'Djeco Group Da Neyin Nesi?'

Şekil 6: FSB ve FSO Armalarını Gösteren Sernia'nın Eski Web Sitesi



Kaynak: Serniya.ru; RUSI.

Rusya merkezli Sertal Limited Şirketi, Nerniya Engineering ağında merkezi bir konuma sahipti.[50] Moskova'nın kenar mahallerinden birinde sıradan bir apartman binasında gösterilen adresiyle, şirketin web sitesi kendisini, Texas Instruments, Analog Devices, Cypress Semiconductors, NXP Semiconductors, STMicroelectronics ve bir dizi başka üreticinin ürettiği elektronik bileşenler üzerinde çalışan bir 'elektronik bileşenler tedarikçisi' olarak tanıtmaktadır.[51] Şirketlerin ürettiği bileşenlerin, Ukrayna'daki Rus silah platformlarında bulunan en çok sayıda bileşenden bazıları olması kayda değer bir durumdur.

50 ABD Hazine Bakanlığı, 'Hazine, Yaptırımları İhlal Ağlarını ve Putin'in Savaşını Mümkün Kılan Teknoloji Şirketlerini Hedef Alıyor', basın bildirimi, 31 Mart 2022, <https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0692>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

51 Sertal.ru web sitesinin arşivlenmiş sürümüne şu adresten erişilebilir: <https://web.archive.org/web/20220000000000*/sertal.ru>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

Şekil 7: Şubat 2022'deki Haliyle Sertal'in Web Sayfası

Kaynaklar: Sertal.ru; RUSI.

Sevkiyat düzeyindeki ticaret kayıtları, Sertal'in bu tür ABD yapımı malların nakliyesini gerçekleştirdiğini doğrulamaktadır. Örneğin Mart 2021 gibi yakın bir tarihte Sertal, Hong Kong'daki bir aracı şirket yoluyla Texas Instruments tarafından üretilmiş 600.000 $ değerindeki elektronik entegre devreleri ithal etmiştir.[52] Yedi ay sonrasında şirket, aynı Hong Kong merkezli ihracatçıdan 1,1 milyon $ değerinde ve bu sefer Xilinx tarafından üretilmiş elektronik devrelerin ithalatını gerçekleştirmiştir.[53]

BÜYÜK ANALOG HIRSIZLIĞI

Rusya, uzun süredir yerel bir yarı iletken endüstrisi geliştirmeyi arzuluyor olsa da bu rapor için analiz edilen veriler, ülkenin silahlarının orijinal olarak ABD şirketleri için üretilmiş bileşenlerle dolu olduğunu göstermektedir. Analog Devices ve Texas Instruments öne çıkan iki şirkettir ve her iki mikroelektronik üreticisi de savunma sanayisi uygulamalarında uzmanlaşmış ürünler sunmaktadır.

Aslında, RUSI veri setindeki 450 eşsiz bileşen içerisinde Rus silahlarında bulunanların neredeyse dörtte biri, Analog Devices ve Texas Instruments tarafından üretilmiş ürünlerdir. Bu bileşenler içerisinde sıradan bileşenlerin yanında yüksek seviyede uzmanlık gerektiren bileşenler de mevcuttur ve bunlar, balistik ve seyir füzeleri ve diğer hassas güdümlü mühimmatlar ve EW platformları gibi en kritik sistemler içerisinde bulunmuştur.

52 Ticaret verisi, üçüncü taraf ticari sağlayıcı tarafından sağlanmıştır.

53 *Aynı yazıda*

Toplamda veri seti, Analog Devices tarafından üretilen 50 eşsiz bileşen içermekte olup bunlardan 13 tanesi ABD yasaları uyarınca çift kullanımlı ürünler olarak sınıflandırılmıştır, yani ihracatçılar bunları ihraç etmek için büyük ihtimalle bir lisansa ihtiyaç duymuştur.

Bu bileşenler temel olarak mikroişlemciler ve mikrodenetleyiciler olsa da[54] bunlar mobil iletişim ekipmanlarında,[55] telekomünikasyon iletim ekipmanlarında[56] ve A/D dönüştürücülerde de bulunmaktadır.[57]

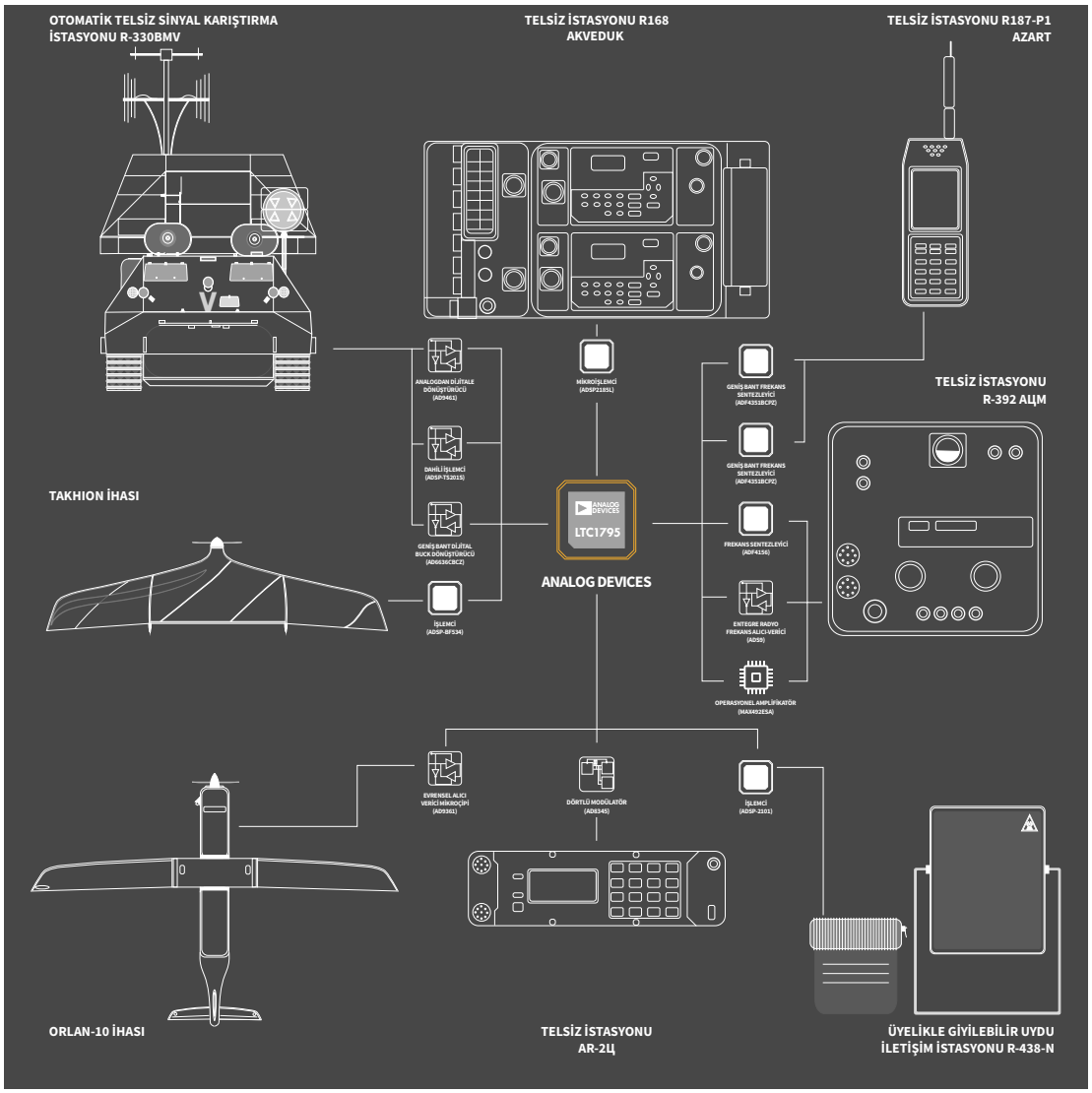
54 ECCN 3A991.a.2 – saat frekans hızı 25 MHz seviyesini aşan bir mikroişlemci veya mikrodenetleyici. Bkz. ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Ticaret Kontrol Listesi: KATEGORİ 3 – ELEKTRONİK PARÇALAR', <https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/regulations-docs/442-category-3-electronics-design-development-and-production/file>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

55 ECCN 5A991.g – mobil iletişim ekipmanları. Bkz. ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Ticaret Kontrol Listesi: KATEGORİ 5 – TELEKOMÜNİKASYON VE "BİLGİ GÜVENLİĞİ"', <https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/regulations-docs/2336-ccl5-pt1-3/file>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

56 ECCN 5A991.b – tek veya çoklu kanallı iletişimde kullanım için tasarlanmış telekomünikasyon iletim ekipman ve sistemleri. Bkz. ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Ticaret Kontrol Listesi: KATEGORİ 5 – TELEKOMÜNİKASYON VE "BİLGİ GÜVENLİĞİ"'.

57 ECCN 3A001.a.5.a.5 – 16 bit veya daha yüksek çözünürlüklü veya saniyede 65 milyon kelimeden daha yüksek çıktı hızı olan bir A/D dönüştürücü. Bkz. ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Ticaret Kontrol Listesi: KATEGORİ 3 – ELEKTRONİK PARÇALAR'.

Şekil 8: Analog Devices Tarafından Üretilen ve Rus Silahlarında Tespit Edilen ECCN Bileşenleri



Kaynak: RUSI.

1965 yılında kurulan Analog Devices, veri dönüştürme, sinyal işleme ve güç yönetimi için entegre devreler alanında uzmanlaşmış, dünyanın önde gelen yarı iletken üreticileri arasında yer almaktadır.[58] Bu ürünlerin çoğu savunma ve havacılık uygulamaları için özel olarak tasarlanmış olup, ABD ordusunda hassas güdümlü mühimmatlar, havacılık elektronik sistemleri, fazlı dizi radar sistemleri, askeri iletişim sistemleri, elektronik gözetleme sistemleri ve İHA'larda kullanılmaktadır.[59]

Örneğin, şirketin A/D dönüştürücüleri çoğunlukla MIM-104 Patriot SAM ve AIM-120 AMRAAM gibi ABD yapımı silah sistemlerinde kullanılmaktadır.[60] Bu bileşenler, cihaz üzerindeki sensörler tarafından toplanan analog, yani gerçek dünyadan sinyalleri,

58 Analog Devices, 'Şirket Bilgisi', <https://www.analog.com/en/about-adi/corporate-information.html>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

59 Analog Devices, 'Havacılık ve Savunma', <https://www.analog.com/en/applications/markets/aerospace-and-defense-pavilion-home.html>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

60 Military Aerospace Electronics, 'Analog Devices, Patriot Füzeleri İçin Yeni A-D Dönüştürücü Sağlayacak', 1 Şubat 2000, <https://www.militaryaerospace.com/communications/article/16706596/analog-devices-to-supply-new-ad-converter-for-patriot-missile>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

bilgisayarlar tarafından işlenebilecek dijital çıktılara dönüştürür.[61] Bir seyir füzesindeki sistem sensörlerinin, sistem üzerindeki yükü hedefine yönlendirmekten sorumlu bilgisayarlara gerçek zamanlı veri iletmesini mümkün hale getirirler.[62]

Analog Devices'in ürettiği A/D dönüştürücülerden birisi olan AD9461, Rus Ordusuna ait bir R-330BMV Borisoglebsk-2 EW sistemindeki sinyal karıştırıcı devresinde tespit edilmiştir. A/D dönüştürücüler, bu tür platformlarda tehdit sinyallerini tespit etmek için alıcıların geniş bir frekans bandı aralığında çalışmasını sağlayarak performanslarını yükseltir.[63] Diğer birçok Rus silah sistemi platformunda bulunduğu gibi bu spesifik dönüştürücü, çift kullanımlı bir ürün olarak sınıflandırılmış olup ihracatı kısıtlanmış durumdadır,[64] bu yüzden büyük olasılıkla Rus silahlı kuvvetleri ya da istihbarat servisleri adına gizlice satın alınmış ve kullanılmış bir üründür.

Rus silah sistemlerinde, Analog Devices tarafından üretilmiş çeşitli başka bileşenler de bulunmuştur. Bunlara R-330BMV Borisoglebsk-2 EW sisteminin üzerindeki aynı sinyal karıştırıcı devre içerisinde bulunan AD6636CBCZ geniş bantlı (dijital) alıcı sinyal işleyici, Orlan-10 İHA'sı üzerindeki yük bilgisi iletim modülünde bulunan AD9361 radyo frekans hızlı alıcı-verici ve Takhion İHA'sındaki navigasyon ve konumlandırma modülündeki Blackfin İşlemcisi de dahildir.

RUSI, Rus silah platformları üzerinde bu kontrollü bileşenlerin bir düzineden daha fazla farklı türünü bulmuş olsa da şirketin parçalarından 37 tanesi de farklı diğer sistemlerde keşfedilmiştir. Bunlara Kh-59MK AShM ve Torn-MDM SIGINT platformlarında bulunanlar dahildir. Kontrole tabi olmayan bu ürünlere, diğerlerinin yanı sıra operasyonel amplifikatörler, RS-232 alıcı-vericiler, güç yönetim mikro çipleri, radyo frekans anahtarları ve sıcaklık sensörleri dahildir.

HER ŞEY TEKSAS'TA DAHA İYİ

Ukrayna'da ele geçirilip sökülen çeşitli Rus silah sistemlerinde Texas Instruments tarafından üretilen ürünler de yoğun olarak bulunmaktadır. 1930'da kurulmuş olan Texas Instruments, satış hacmi bakımından Dünya'nın en büyük yarı iletken şirketlerinden biri haline gelmiş olup,[65] söylenene göre 41.000'in üzerinde patente sahiptir.[66] Analog Devices gibi, Dallas merkezli Texas Instruments de havacılık, uzay ve savunma endüstrilerinde yüksek kalitede bileşenler tasarlar ve askeri elektronikler alanında ileri teknoloji sağlama konusunda uzun bir geçmişe sahiptir.[67]

Şirketin askeri seviyedeki ve yüksek performanslı bileşenleri, ABD'de uçaklar için uçuş kontrol birimleri, GPS alıcıları, radar sistemleri, sonar sistemleri, EW sistemleri, akıllı mühimmatlar ve sayısız diğer sistemler olmak üzere çeşitli askeri sistemlerde kullanılmaktadır.[68] Örneğin, karanlıkta ve

61 Arrow, 'Analog-Dijital (ADC) Dönüştürücü Türleri ve Temel İşlevleri', 5 Şubat 2019, <https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/analog-to-digital-adc-converter-types-and-basic-functions>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

62 Uluslararası Ticaret Departmanı, 'OGEL ve Ürün Kontrol Araçları', <https://www.ecochecker.trade.gov.uk/spirefox5live/fox/spire/OGEL_GOODS_CHECKER_LANDING_PAGE/new>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

63 Rajesh Uppal, 'DARPA'nın Ultra Yüksek Hızlı Analog'dan Dijitale Dönüştürücüsü (ADC), Radar Performansını, Elektronik Savaşı ve İletişimleri İyileştirecek', IDST, 25 Ocak 2017, <https://idstch.com/technology/electronics/darpa-s-analog-to-digital-converter-adc-programs-to-improve-performance-of-radar-electronic-warfare-and-communications/>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

64 ECCN 3A001.a.5.a.5 – 16 bit veya daha yüksek çözünürlüklü veya saniyede 65 milyon kelimeden daha yüksek çıktı hızı olan bir A/D dönüştürücü. Bkz. ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Ticaret Kontrol Listesi: KATEGORİ 3 – ELEKTRONİK PARÇALAR'.

65 Texas Instruments, 'TI'ye Hızlı Bir Genel Bakış', <https://www.ti.com/about-ti/company/ti-at-a-glance.html>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

66 Texas Instruments, 'TI Gerçekleri Belgesi', <https://web.archive.org/web/20160719151815/http://www.ti.com/corp/docs/company/factsheet.shtml>, 19 Temmuz 2022'de erişilmiştir.

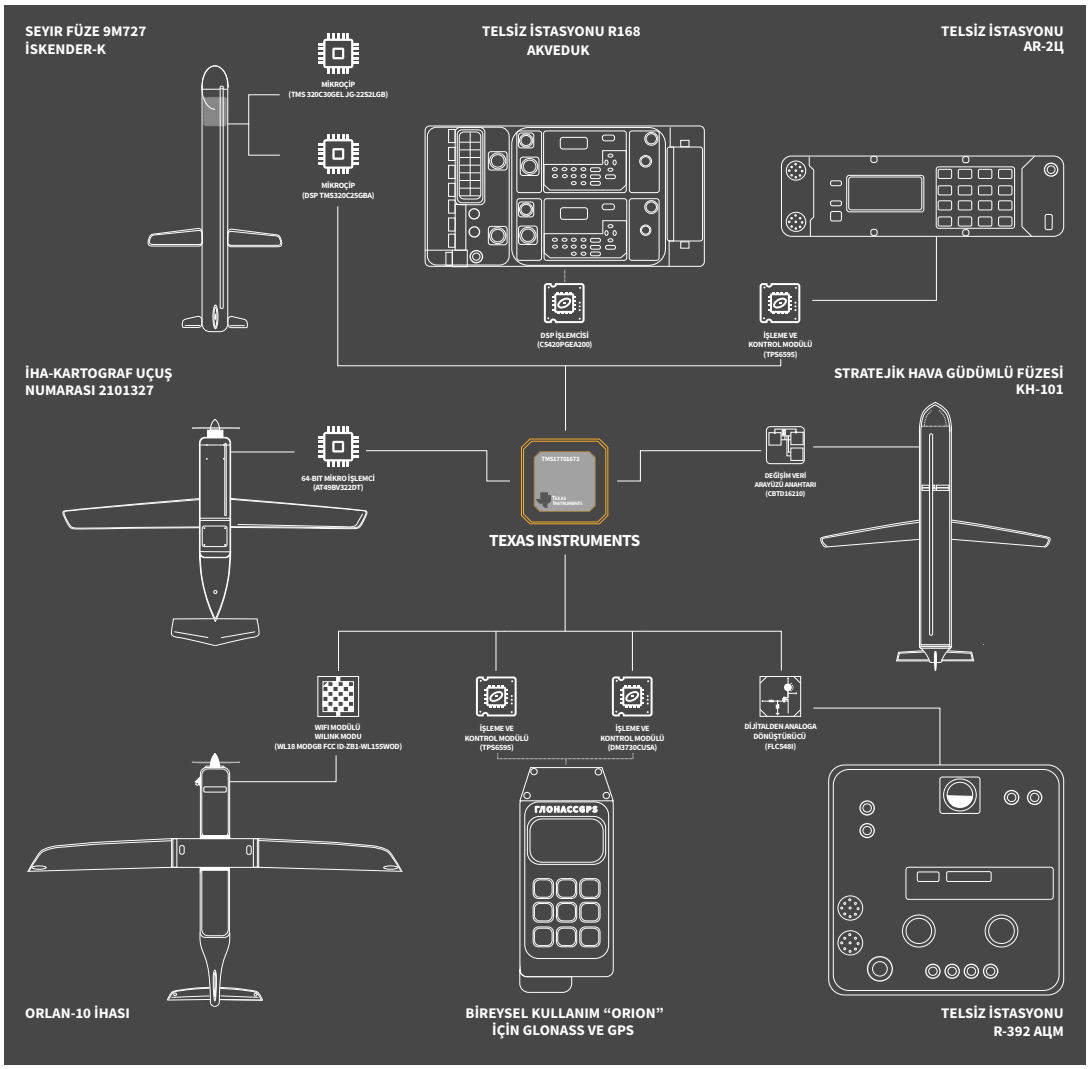
67 Texas Instruments, 'Havacılık, Uzay ve Savunma', <https://www.ti.com/applications/industrial/aerospace-defense/overview.html>, 19 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

68 *Aynı yazıda*

bulutların içinden görüntü toplamak için tasarlanan askeri amaçlı sentetik açıklıklı radarlar dahil[69] şirketin çok çekirdekli dijital sinyal işleyicileri de bir dizi yüksek performanslı radar sistemindeki görevleri işleme konusunda popülerdir.[70]

9M727 kara taarruz seyir füzelerindeki çeşitli hesaplama ve işleme modüllerinde bulunan dijital sinyal işleyicileri, KUB-BLA 'kamikaze' İHA'sındaki elektronik patlatıcı içerisinde bulunan CAN alıcı-vericisi, E95M hedef dronu ve Orlan-10 İHA'sındaki güç yönetim modülleri ve Rus Ordusu tarafından kullanılan çeşitli telsiz setlerinde yer alan ses kod çözücüleri ve dönüştürücüler dahil Texas Instruments tarafından üretilen 50'den fazla benzersiz bileşen çeşitli Rus sistemlerinde keşfedilmiştir.

Şekil 9: Texas Instruments Tarafından Üretilen ve Rus Silahlarında Tespit Edilen ECCN Bileşenleri



Kaynak: RUSI.

69 John McHale, 'Yeni TI Çok Çekirdekli DSP'ler İle Mümkün Hale Gelen Yüksek Performanslı Radar Sistemleri', Military Embedded Systems, 28 Mart 2012, <https://militaryembedded.com/radar-ew/signal-processing/high-performance-radar-systems-enabled-by-new-ti-multicore-dsps>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

70 Dan Wang ve Murtaza Ali, 'Çok Çekirdekli DSP, Sentetik Açıklıklı Radar Veri İşlemeyi İyileştiriyor', Military Embedded Systems, 10 Eylül 2013, <https://militaryembedded.com/radar-ew/signal-processing/multicore-aperture-radar-processing>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

Texas Instruments tarafından üretilmiş başka bileşenler kritik altyapı ve şehir içi yaşam merkezleri dahil Ukrayna'nın derinlerindeki hedefleri vurmak için kullanılan sofistike bir silah olan Kh-101 ALCM içerisinde de bulunmuştur.[71] Bunlardan bazıları, askeri standartlara uyumlu olacak şekilde üretilen DS26C32ATM CMOS dörtlü diferansiyel hat alıcıları gibi füzeyi hedefe yönlendirmeye yardımcı olan bir sistem olan Kh-101'in işlemci modülünde yer alıyordu.[72]

Bu silah platformlarında keşfedilen en az 10 Texas Instruments bileşeni, ABD'nin ihracat kontrollerine tabidir. Buna, her ikisi de 9M727 GLCM içerisinde bulunan TMS320 C25GBA ve TMS320 C30GEL dijital sinyal işleyiciler dahildir.[73]

TOKYO VİCE

Rusya'nın yasadışı tedarik ağlarının bir numaralı hedefi ABD olsa da sofistike üretim ve yarı iletken endüstrilerine sahip diğer ülkeler de Kremlin'in alışveriş listesinin üst sıralarında yer almıştır.

Savaş sonrası yıllardaki Japon ekonomik mucizesi, 1950'lerin sonları ve 1960'ların başlarında ülkeyi küresel ekonomiler arasında en üst seviyelere çıkarmıştır ki bu dönüşüm, kısmen ülkenin filizlenen yarı iletken endüstrisinin desteğiyle gerçekleşmiştir. Sony ve Toshiba gibi dev Japon holdingleri herkes tarafından tanındıkça KGB'nin teknik casusluk ekiplerinin de dikkatini çekmeye başlamışlardır.

Haziran 1971'de, TONDA Sovyet kod adıyla Japonya'da faaliyet gösteren bir yüksek teknoloji şirketinin başındaki kişi, ABD havacılık ve silahlı kuvvetleri tarafından kullanılmaya başlanacak yeni bir mikroelektronik bilgisayar sistemi hakkında iki klasör gizli belgeyi kendi KGB bağlantılarına teslim etmiştir.[74] Japonya'da başka teknik istihbarat girişimleri de olmuştur ve 1970'lerin sonlarında Tokyo'da yaşayan Oleg Guryanov, personeline, 'bu [X Hattı] ajanlarının gerçekleştirdiği operasyonlardan her yıl elde edilen gelir Tokyo'daki tüm çalışanların masraflarını karşılıyor ve üstüne para da artıyor. Hatta tek başına teknik casusluk, KGB yabancı istihbarat servisinin tamamının tüm masraflarını karşılıyor' demiştir.[75]

Bu rapor için analiz edilen silah platformları, Japon teknolojisinin Rusya'nın silahlı kuvvetleri için önemini sürdürdüğüne işaret etmektedir. Veri setine dahil olan toplam 34 eşsiz bileşen, Japon şirketler tarafından tasarlanıp üretilmiş olup bu durum bu ülkeyi ABD'den sonraki ikinci en yaygın menşe ülkesi yapmaktadır. Bu bileşenler bir düzineden fazla farklı şirketten gelmiş olup bunlara Panasonic ve Canon gibi iyi bilinen şirketler tarafından üretilen kameralar, Fujitsu tarafından üretilen dijital kademeli zayıflatıcılar, TDK Corporation tarafından üretilen bir atalet ölçüm ünitesi ve Saito Seisakusho tarafından üretilen bir model uçak dahildir.

Ancak, en yaygın Japon menşeli bileşenler Japonya'nın en eski elektronik şirketlerinden biri olan Murata Manufacturing tarafından üretilen çok katmanlı seramik kapasitörler ve yüzey monteli endüktörlerdir. 1944 yılında kurulan Murata, öncelikli olarak seramik bazlı pasif bileşenler ve çözümler tasarlayıp üretmektedir.[76] Pek çok başka elektronik firmanın aksine Murata'nın web sitesinde, ürünlerinin kitle imha silahlarında veya konvansiyonel eşdeğer cihazlarda kullanılmamasını kibarca rica

71 Lorenzo Tondo, 'Rus Silahları Üç Haftadan Bu Yana İlk Defa Kiev'i Vurdu', *The Guardian*, 26 Temmuz 2022.

72 Texas Instruments, 'DS26C32ATM/NOPB - CMOS Dörtlü Diferansiyel Hat Alıcıları', <https://www.ti.com/product/DS26C32AT/part-details/DS26C32ATM/NOPB>, 20 Temmuz 2022.

73 ECCN 3A991.a.2 – saat frekans hızı 25 MHz seviyesini aşan bir mikroişlemci veya mikrodenetleyici. Bkz. ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Ticaret Kontrol Listesi: KATEGORİ 3 – ELEKTRONİK PARÇALAR'.

74 Andrew ve Mitrokhin, *Mitrokhin Arşivi II*, s. 306.

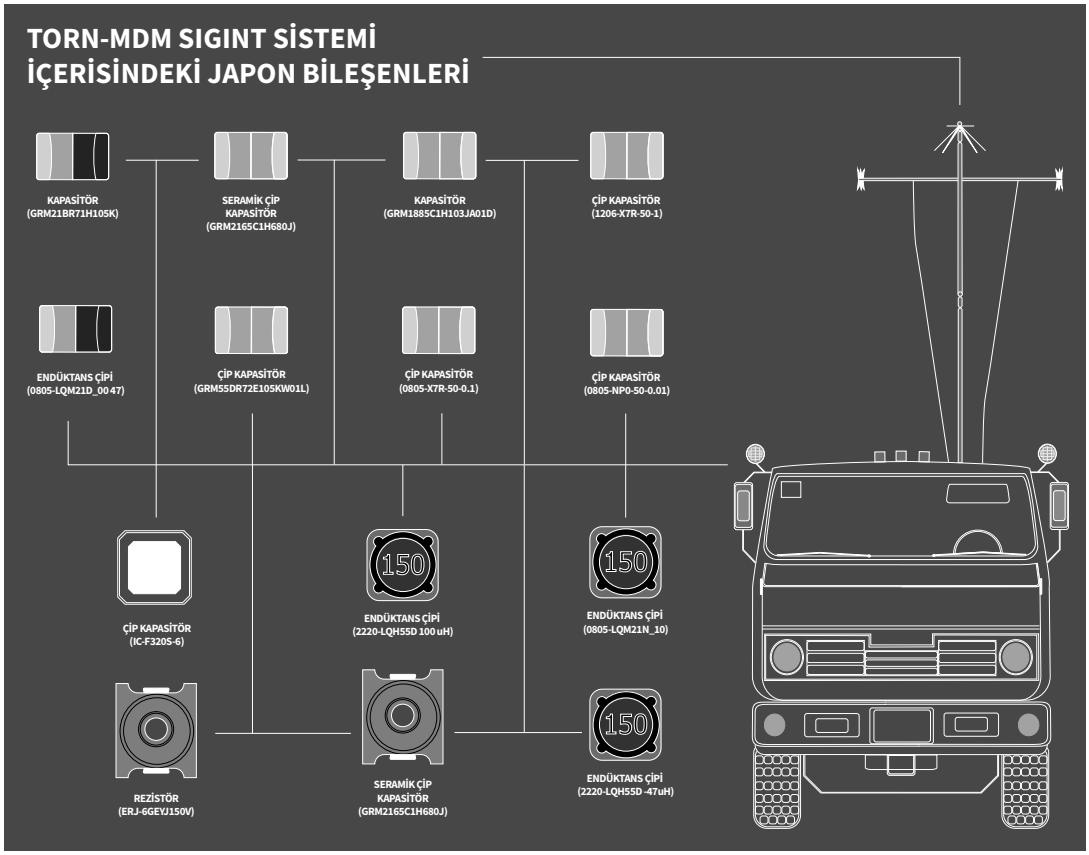
75 *Aynı yazıda,* s. 308. Esasında orijinalde bahsedildiği yer: Stanilav Levchenko, *Yanlış Tarafta: KGB'deki Yaşamım (On the Wrong Side: My Life in the KGB)* (Michigan Üniversitesi: Pergamon-Brassey'nin Uluslararası Savunma Yayınları: 1988), s. 104.

76 Murata Manufacturing, 'Gerçekler ve Rakamlar (Facts and Figures)', <https://corporate.murata.com/en-global/company/factsandfigures>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

edilmektedir.[77]

Ancak Ruslar, bu isteği yok saymış görünüyor çünkü Murata'nın çeşitli bileşenleri Torn-MDM SIGINT sisteminde ve askeri AR-2C telsiz setinde tespit edilmiştir. Torn-MDM SIGINT sistemi, bir yandan iletinin yönü ve konumunu 70 km yarıçapta belirlerken radyo sinyallerini aramak, analiz etmek ve kaydetmek için tasarlanmış olan göreceli olarak yeni bir platformdur.[78]

Şekil 10: Torn-MDM SIGINT Sistemi içerisindeki Japon Bileşenleri



Kaynak: RUSI.

HERKESİN YETENEĞİNE GÖRE YAKLAŞIMINDAN HERKESİN İHTİYACINA GÖRE YAKLAŞIMINA

Doğu Asya'nın yarı iletken endüstrileri Rus ordusunun tedarik zincirinin önemli bir parçası haline gelmiş olsa da Batı Avrupalı ülkelerin bilimsel ve teknolojik zenginlikleri, Rusya'nın özel servislerinin gıptayla baktığı alanlar olmuş ve ülkenin teknik casusluk ekipleri için öncelikli bir hedef olmaya devam etmiştir.

Bu operasyonlar, Sovyetler Birliği'nin 28 Aralık 1922'de kuruluşundan da önceki tarihlerde başlamıştır. 1921 veya 1922'de Kızıl Ordu Genel Kurmayının 4'üncü (İstihbarat) Departmanı – daha sonra ismi GRU olarak değiştirilmiştir – tarafından Berlin'de görevlendirilen Aaron ve Abraham Ehrenlieb, burada diğer adı Wostwag olan Far Eastern Trading Company'i kurmuşlardır.[79]Eskiden kalma bir yöntem olarak bilinen ticari paravan şirketler kullanma geleneğine uygun olarak Wostwag, GRU'yu

77 Murata Manufacturing, 'Kitle İmha Silahları ve Konvansiyonel Silahların Kısıtlanması', <https://www.murata.com/en-global/support/militaryrestriction>, 20 Temmuz 2022'de erişilmiştir.

78 Ukrayna Askeri Merkezi (Ukrainian Military Center), 'Ukrayna Ordusu Rus Torn-MDM SIGINT Sistemi Ele Geçirdi', 17 Mart 2022, <https://mil.in.ua/en/news/ukrainian-army-captured-russian-torn-mdm-sigint-system/>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

79 David R Stone, '1920'lerde Sovyet Silah İhracatları', *Journal of Contemporary History* (Hac. 48, No. 1, Ocak 2013), sayfa 57–77.

dikkatleri başka yöne çevirmek amacıyla kullanmış ve zamanla şirkete Sovyet silahlı kuvvetlerinin ihracat ihtiyaçlarının kontrol yetkisini vermiştir.[80]

Sonraki on yılda Rusya'nın S&T casusluk ve tedarik operasyonları, genellikle birbiriyle ihtilaf içerisindeki politik ve ekonomik sistemleri sürekli olarak birbirine bağlayan bir halat işlevi görmüştür. Soğuk Savaşın başlamasıyla Sovyetler Birliği'ne teknoloji ihracatı konusunda geniş kapsamlı bir ambargo uygulansa da[81]sistemin 1990'ların başlarında çöküşü, Ukrayna ve Suriye'de sivilleri ve sivil alt yapıyı hedef almak için kullanılan silah sistemlerine devasa hacimlerde sofistike teknolojinin yasal olarak satın alınıp entegre edilmesi konusunda Kremlin'e fırsat vermiştir.

Aslına bakılırsa, bu rapor için analiz edilen veriler Avrupalı şirketler tarafından üretilen bileşenlerin Rus askeri sistemlerinde yaygın olarak bulunduğunu göstermektedir. Thales isimli Fransız şirket tarafından üretilen Catherine FC termal görüş kameralarının Rus savaş platformlarındaki yeri iyi bir şekilde belgelenmiş bir durumdur.[82] Ancak, Rus tedarik ağlarının genelde başka yerlerden kolayca tedarik edilemeyecek yüksek kalitede ekipmanları edinmek için daha küçük Avrupalı uzman firmaları nasıl kullandığı gerçeği daha az farkında olunan bir konudur.

İSVİÇRE'Yİ İZLEMEK

STMicroelectronics ve u-blox dahil gibi bir dizi İsviçreli şirketle İsviçre, veri setindeki Rus silah sistemleri içerisinde bulunan benzersiz bileşenlerin dördüncü en büyük üreticisidir. Veri setinde yer alan bileşenlerden toplam 18'i İsviçreli şirketler tarafından üretilmiştir.

STMicroelectronics, Cenevre merkezli bir Fransız-İtalyan elektronik ve yarı iletken üreticisidir.[83] Bu şirket, ağırlıklı olarak bellek modülleri, mikroişlemciler, transistörler ve popüler STM32 serisi de dahil olmak üzere mikrodenetleyiciler üretmektedir.[84] Bu STM32 mikrodenetleyicilerden sekizi, Orlan-10, E95M, Eleron-3SV ve KUB-BLA dahil bir dizi İHA'dan çıkarılmıştır. Bu çipler, örneğin, uçuş kontrol, navigasyon ve konumlandırma sistemi ve güç besleme kontrol devresi gibi bu İHA'ların çeşitli alt sistemlerinde yaygın olarak göze çarpmaktadır.

Rusya'nın İHA filosunun boyutu, kapsamıve bu platformların ihtilaflı bir hava sahasında kullanımıyla ilişkili olabilecek yüksek yıpranma oranları dikkate alındığında, Rusya silahlı kuvvetleri bu bileşenleri Şubat 2022'de Ukrayna'yı işgalinin öncesinde yüksek sayılarda satın almış olmalıdır. Ancak bu sistemlerde bulunan STM32 mikrodenetleyicilerin bazıları, ABD ihracat kontrollerine tabidir.[85] STMicroelectronics tarafından üretilen diğer ürünlere R-168 telsiz setinde bulunan PD55003 radyo frekansı güç transistörü ve bir Kh-101 ALCM'nin SN-99 uydu navigasyon sisteminden ele geçirilen iki adet 44-uçlu dörtlü düz paket dahildir.

U-blox ise, GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou ve QZSS için alıcılar dahil olmak üzere küresel navigasyon uydu sistemlerini (GNSS) destekleyen modüller ve yarı iletkenler tasarlayan ve tedarik eden bir şirkettir.[86] Bu

80 *Aynı yazıda*

81 Çok Uluslu İhracat Kontrolleri Koordinasyon Komitesi (CoCom).

82 Andrew Rettman, 'Rus Kaplanında Fransız Gözleri', *euobserver*, 25 Ağustos 2015, <https://euobserver.com/investigations/129953>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir; Oleksandr Dubilet, 'Fransız Silah Şirketi, Rusya'nın Silah Üretmesine Yardımcı Olmak İçin Yaptırımları Deliyor', *New Voice of Ukraine*, 21 Haziran 2022, <https://english.nv.ua/business/total-isolation-of-russia/military-thermal-imagers-for-the-russian-army-the-french-company-thales-cooperated-with-russia-aft-50247461.html>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

83 LinkedIn, 'STMicroelectronics', <https://www.linkedin.com/company/stmicroelectronics/>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

84 STMicroelectronics, 'Ana Sayfa', <https://www.st.com/content/st_com/en.html>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

85 ECCN 3A991.a.2 – saat frekans hızı 25 MHz seviyesini aşan bir mikroişlemci veya mikrodenetleyici. Bkz. ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Ticaret Kontrol Listesi: KATEGORİ 3 – ELEKTRONİK PARÇALAR'.

86 u-blox, 'Uzun Ömürlü Ürünler Üretiyoruz', <https://www.u-blox.com/en/we-build-last>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

şirketin ürettiği GNSS modüllerinin M8 serisi, Orlan-10'un GPS takip cihazında ve navigasyon ve konumlandırma sistemlerinin yanı sıra AR-2C telsiz setinde de bulunmuştur. Bu modüller de ABD'nin ihracat kontrollerine tabidir.[87]

HOLLANDA USULÜ

Toplamda 14 bileşen, Hollanda merkezli üreticilerden gelmiş olup bunlardan 10 tanesi NXP Semiconductors tarafından ve ikisi de bunun eski iştiraki olan Nexperia tarafından üretilmiştir. Toplam veri setindeki düşük sayıda bileşene rağmen NXP bileşenleri, analiz edilen 27 sistemin 10'unda tespit edilmiştir.

Bunlar arasında öne çıkanlar, KUB-BLA, Orlan-10 ve E95M İHA'larının içerisindeki uçuş kontrol birimlerinin içerisinde bulunan MPXV5004DP, MPXV5010DP ve MPXV5010GP gibi basınç sensörleridir. KUB-BLA için uçuş kontrol birimi aynı zamanda, NXP yapımı bir mikrodenetleyici ve ABD kontrollerine tabi bir ürün olan LPC2368FBD100'ü de içermiştir.[88] Diğer NXP bileşenlerine çeşitli telsiz setlerinde ve GLONASS/GPS GROT-M navigasyon ekipmanında tespit edilen radyo frekans transistörleri dahildir. Özellikle de Kh-101 ALCM'nin BT33 işlemci modülündeki veri arayüzü alıcı-vericileri, hem NXP hem de Nexperia yapımı olarak tespit edilmiştir.

LONDRA ARIYOR

Gelişmiş ekonomisi ve geniş savunma endüstrisi altyapısıyla Birleşik Krallık, daima Rusya'nın teknik casusluk operasyonlarının ön saflarında yer almıştır. Bildirimlere göre 1980'lerde KGB'nin X Hattı ajanlarının önemli bir kısmı bu amaçla Londra'da görev almıştı ve ana hedeflerinden birisi havacılık, uzay ve savunma devi olan Rolls-Royce'tu.[89]

Ele geçirilen silah sistemleri içerisinde yalnızca beş bileşen Birleşik Krallık yapımı olarak tespit edilmiş olsa da bu parçalardan bazıları, osilatörler ve standart kristaller gibi oldukça yüksek seviyeli uzmanlık ürünleridir. Bu spesifik bileşenler, elektronik endüstrisine frekans kontrol ürünleri sağlayan Golledge Electronics tarafından tasarlanıp üretilmiştir.[90] Güney Batı İngiltere merkezli bu şirket, ürünlerini 50'nin üzerinde ülkeye ihraç etmektedir.[91] Yukarıda açıklanan diğer şirketlere benzer şekilde bu şirket de çeşitli askeri standartları karşılayan, satışa hazır bir dizi ürün üretmektedir.[92] Mart 2022'nin başlarında şirket, Ukrayna'nın işgalini takiben Rusya'daki işlerini 24 Şubat'ta sonlandırdığını bildirmiştir.[93]

Golledge tarafından üretilen bileşenler, Torn-MDM ve Tor-M2 SAM sistemi gibi daha sofistike Rus sistemlerinde tespit edilmiştir. Torn-MDM içerisinde şirketin HC49 standardında kristallerinden biri, Tor-M2 SAM sistemi içerisindeki uzmanlık ürünü dijital hesaplama ünitesi içerisinde ise bir GXO-U100F osilatörü tespit edilmiştir. Her iki bileşen de piezoelektrik malzemeden yapılan, titreşen kristalin mekanik direncini kullanarak hassas bir frekans oluşturmak için kullanılmaktadır.[94] Bu, hedefleri algılamak ve takip etmek için radar kullanan Tor-M2 gibi sistemlerde

87 ECCN 7A994 – navigasyon yön bulma ekipmanları, uçan cihaz iletişim ekipmanları, uçak atalet navigasyon sistemleri ve diğer havacılık elektronik ekipmanları. Bkz. ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Ticaret Kontrol Listesi: KATEGORİ 7 - NAVİGASYON VE HAVACILIK ELEKTRONİĞİ SİSTEMLERİ', <https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/regulations-docs/2339-category-7-navigation-and-avionics-2/file>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

88 ECCN 3A991.a.2 – saat frekans hızı 25 MHz seviyesini aşan bir mikroişlemci veya mikrodenetleyici. Bkz. ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Ticaret Kontrol Listesi: KATEGORİ 3 – ELEKTRONİK PARÇALAR'.

89 Savunma Sekreterliği Ofisi, 'Askeri Açıdan Önemli Batı Teknolojilerinin Sovyetler Tarafından Ele Geçirilmesi: Bir Güncelleme', Eylül 1985, <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA160564.pdf>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

90 Golledge Electronics, 'Hakkımızda', <https://www.golledge.com/about-us/>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

91 *Aynı yazıda*

92 Golledge Electronics, 'Savunma, Havacılık ve Uzay Konularında Mil-COTS Frekans Bileşenleri', 28 Haziran 2016, <https://www.golledge.com/news/using-mil-cots-for-defence-and-aerospace/>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

93 Golledge Electronics, 'Golledge, Rusya Pazarındaki İşlerini Sonlandırdı', 11 Mart 2022, <https://www.golledge.com/news/russian-business-withdrawal-aid-for-ukraine/>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

94 Sluiceairfair.com, 'Piezoelektrik Osilatörlerin Çalışma Prensipleri Nedir?', 31 Ağustos 2020, <https://www.sluiceartfair.com/2020/popular-lifehacks/what-is-the-principle-of-piezoelectric-oscillator/>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

kullanım ve SIGINT ve EW sistemlerinin verimliliğini iyileştirmek için kritik öneme sahiptir.

BERLİN İSTASYONU

Rus casusluk ağları bir dizi Avrupa ülkesinde faaliyet göstermiş olsa da Almanya çoğu zaman Rusya'nın tedarik planlarının kalbinde yer almıştır. Soğuk Savaşta önemli bir hedef olan Doğu Almanya, Batılı teknolojileri satın almanın yollarını arayan Sovyet ajanları için bir merkez görevi görüyordu. Doğu Almanya'da Rus istihbarat servisleri tarafından hizmete alınan X Hattı ajanları, Federal Cumhuriyet'e bilgi toplamak ve önemli Alman şirketlere nüfuz etmek için kolayca gönderilebiliyordu.[95] 1985'te yapılan bir değerlendirmede Batı Almanya, Sovyetler Birliği'ne yasadışı ihracatları kontrol etmekte etkisiz bulunmuş ve bu konuda sadece ABD'nin baskısıyla harekete geçtiği belirtilmiştir.[96]

Aynı yıl içerisinde ABD otoriteleri, kritik teknolojilerin Rusya'ya akışını engellemek için gümrük yetkilileri öncülüğünde başlatılan bir girişim olan *Exodus* (Toplu Göç) Operasyonuyla büyük ve karmaşık bir Sovyet mikroelektronik tedarik ağının peşine düşmüştür. Alman asıllı Richard Mueller tarafından yönetilen bu ağ, Sovyetler Birliği'nin askeri sınıf yarı iletkenleri üretme kapasitesini iyileştirmek için 'sofistike bilgisayar ekipmanlarını yönlendirme' amacıyla hareket ediyordu.[97] 1980'lerin ortalarında ABD gümrüğü, Mueller'i dünyanın en çok aranan silah kaçakçısı olarak tanımlamıştır.[98]

Ama Alman topraklarında faaliyet yürüten yüksek profilli diğer yayılma ajanları da vardı. Köln ve Moskova'da ofisleri bulunan İranlı Babeck Seroush, [99] 143 yarıiletkeni füze seyir sistemleri ve gece görüş ekipmanlarında kullanılmak üzere Kuzey Kore'ye ihraç ettiği iddiasıyla 1984 yılında bir ABD mahkemesi tarafından adli kovuşturmaya tabi tutulmuştur.[100] Bundan sadece iki yıl önce bir KGB ajanı olmakla itham edilen Seroush'un adı [101]elektronik bileşenlerin Sovyetler Birliği'ne yönlendirilmesi ile ilgili bir davada geçiyordu.[102]

O dönemde Vladimir Putin'in kendisi ve bugün Rusya'nın en büyük savunma holdinginin başındaki Sergey Chemezov, Dresden'de KGB ajanı olarak görev yapıyordu.[103] 1980'lerde çekilmiş bir puslu fotoğraf bu ikilinin gençlik hallerini göstermektedir.[104] Putin'in gücü arttıkça Chemezov da onu takip etmiştir ve 2007'de Putin, eski çalışma arkadaşını Rostec'in (İleri Teknoloji Endüstriyel Ürünlerin Geliştirilmesi, Üretimi ve İhracatının Desteklenmesi için Devlet Savunma Sanayi Şirketi, 'Rostec') başına geçirmiştir ve günümüzde halen bu pozisyonu korumaktadır.[105]

95 Savunma Sekreterliği Ofisi, 'Askeri Açıdan Önemli Batı Teknolojilerinin Sovyetler Tarafından Ele Geçirilmesi: Bir Güncelleme'.

96 Daniel Salisbury, 'Berlin'de bir Teknoloji Tüneline Karşı Koyma: Soğuk Savaşın Yasadışı Silah Ticaretinde Kuzey Koreli Ajanlar, Helikopterler ve İstihbarat, 1981-1986', *Intelligence and National Security* (2022).

97 Ruth Marcus, 'Savaşın "Girişimcileri" ("Entrepreneurs" of War)', *Washington Post*, 10 Ağustos 1985.

98 *Aynı yazıda*

99 Ellan Cates, 'Batı Almanyalı Bir Alman İhracatçı Gizli Tertip Kurma Suçundan Cezalandırıldı... (A West German Exporter Has Been Charged with Conspiracy…)', *UPI*, 5 Kasım 1984, <https://www.upi.com/Archives/1984/11/05/A-West-German-exporter-has-been-charged-with-conspiracy/3117468478800/>,20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

100 *Aynı yazıda*

101 Salisbury, 'Berlin'de Bir Teknoloji Tüneline Karşı Koyma:

102 *AP News*, 'Yönetici, Bilgisayar Devrelerinin Sovyetler Birliği'ne Sevkiyatına Dair Gizli Tertip Kurma Suçundan Ceza Aldı', 25 Nisan 1985.

103 *The Economist*, 'Neo-KGB Usulü Devletin Yapısı', 23 Ağustos 2007.

104 Rob Lee (@RALee85), '1980'lerde Dresden'de ve günümüzde Sergei Chemezov ve Vladimir Putin', Twitter, 20 Temmuz 2021, <https://twitter.com/ralee85/status/1417560713862828035?lang=en>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

105 Rostec, 'Sergey Chemezov, Rostec'in 2021 Performansını Rusya Devlet Başkanına Rapor Ediyor', 18 Mayıs 2022, <https://rostec.ru/en/news/sergey-chemezov-reports-to-president-of-russia-on-rostec-2021-performance-/>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

Şekil 11: Putin ve Chemezov, 2021'de Çekildiği Söyleniyor

Kaynak: Kremlin.ru.

Son yıllarda Almanya, hem S&T casusluğu hem de sofistike teknolojileri ele geçirmek isteyen tedarik ağlarının hedefi olmaya devam etmiştir. Mayıs 2021'de bir Alman asıllı şahıs, Rusya'nın istihbarat servisleri tarafından işletilen bir şirkete çift kullanımlı ürünleri sevk etme suçlamasıyla tutuklanmıştır.[106] Bundan sadece bir ay sonra ise Alman yetkililer, Augsberg'deki araştırma merkezlerinden havacılık sırlarını ve silah teknolojilerini çaldığı suçlamasıyla bir Rus bilim adamını tutuklamıştır.[107]

RUSI, sistemlerin yedisinde Alman şirketler tarafından üretilen 10 bileşen bulmuştur. Bunlar arasında, Torn-MDM SIGINT sisteminin çeşitli alt sistemlerinde bulunan ve EPCOS AG tarafından üretilen filtreler ve yüzeye monte edilen indüktörler en yaygın olanlarıdır. EPCOS AG, başlangıçta Almanya'dan Siemens ve Japonya'dan Matsushita şirketlerinin bir ortak girişimi olan Siemens Matsushita Components adlı şirketten 1999'da kurulmuştur.[108] Şirket, daha sonra Japonya merkezli TDK Corporation şirketi tarafından 2009'da satın alınmış ve TDK Electronics AG adını almıştır.[109] Şirketin ürün kataloğu kapasitörleri, seramik bileşenleri, EMC filtrelerini, indüktörleri, telsiz frekans modüllerini ve benzeri diğer cihazları içermektedir.[110]

Bu sırada, Eleron-3SV ve KUB-BLA İHA'larının, sırasıyla Graupner GmbH ve Aero Naut tarafından üretilmiş hava soğutmalı kanatlar kullandıkları da keşfedilmiştir. Ancak, bir Rus silah sistemi içerisinde, ABD ihracat kontrollerine tabi bir ürün tespit edilmiştir. Bu ürün, Würth Elektronik GmbH tarafından üretilen bir LAN dönüştürücüsü[111] olup, R-330BMV EW sistemindeki bir özel hesaplama modülü içerisinde bulunmuştur.

106 *AP News*, 'Almanya, Rusya'ya Çift Kullanımlı Ürünlerin İhracatı Gerekçesiyle İşadamını Tutukladı', 18 Mayıs 2021.

107 Matthias von Hein, 'Rus Bilim Adamı, Almanya'da Casusluk Gerekçesiyle Yargılanıyor', *DW*, 17 Şubat 2022.

108 Gerhard Fasol, 'TDK, Bir Pasif Elektronik Bileşen Üreticisi Olan EPCOS'u Satın Aldı', Avrupa-Japonya, 31 Temmuz 2008, <https://eu-japan.com/2008/07/tdk-epcos/>, 20 Temmuz 2022'de erişilmiştir.

109 Interference Technology, 'EPCOS AG Adını TDK Electronics AG Olarak Değiştirdi', 5 Ekim 2018, <https://interferencetechnology.com/epcos-ag-changes-its-name-to-tdk-electronics-ag%E2%80%AF/>, 20 Temmuz 2022'de erişilmiştir.

110 TDK Corporation, 'EPCOS AG'nin Satın Alınması – Elektronik Bileşen Endüstrisinde Küresel Lider Olmak', 2009, <https://www.tdk.com/ir/ir_library/annual/web/lib20405.pdf>, 20 Temmuz 2022'de erişilmiştir.

111 ECCN 3A991.b.2.a – 2,7 GHz üzerinde ve 6,8 GHz seviyesine kadar ve fraksiyonel bant genişliği %15'in üzerinde olan frekanslarda çalışma seviyesine sahip bir mikrodalga tek parça entegre devre güç amplifikatörü. Bkz. ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Ticaret Kontrol Listesi: KATEGORİ 3 – ELEKTRONİK PARÇALAR'.

BÖLÜM 02

Rus Silahlarına İçeriden Bir Bakış

Rus devleti savunma sanayi yüklenicisi Almaz-Antey'in genel direktörü 6 Aralık 2021'de "Yakın gelecekteki askeri operasyonlar, en kritikleri hava saldırı silahlarının yanı sıra hava ve füze savunma sistemleri olmak üzere ileri teknolojiler arasında üstünlük mücadelelerine sahne olacaktır." demiştir.[112]

Rus silahlı kuvvetleri, daha işgalin ilk saatlerinde Ukrayna hava savunma ve C4ISR[113] sistemlerini kesintiye uğratıp etkisiz hale getirmek amacıyla bir dizi tesise seyir füzeleri ve balistik füzelerle saldırı gerçekleştirmiştir.[114] Daha sonra hedef listesi, yabancı savaşçıların bulunduğu barakalar dahil askeri altyapıyı, Batı tedarik hatlarını kesintiye uğratacak demiryolu altyapısı, yakıt depoları, silah fabrikaları, hastaneler ve alışveriş merkezleri gibi sivil hedefleri de içerecek şekilde genişletilmiştir.

Mayıs ayı başı itibariyle, Rus silahlı kuvvetlerinin elinde 2.000'i aşkın sayıda olduğu söylenen füzeyle birlikte bu silahlardan oluşan geniş bir cephanelik mevcuttur.[115] Bunlara, Rus Hava Kuvvetleri tarafından hedefleri güvenli Rus hava sahasından vurmak için kullanılan Kh-101 ALCM dahil olup,[116] Rus kara kuvvetleri ise çoğunlukla Rus topraklarından fırlatılan 9M720 ve 9M727 İskender balistik ve seyir füzelerini kullanmaktadır.[117]

Bu sistemlerin çoğu hedeflerini vurmadan önce imha edilmiş olsa da bazıları sağlam şekilde ele geçirilip daha sonra sökülmüş ve yapıları hakkında benzersiz seviyede önemli bilgiler elde etmemizi sağlamıştır.

112 Yan Novikov, 'Almaz-Antey Direktörü: Geleceğin Çatışmalarının Sonuçlarını Hava ve Uzay Yeterlilikleri Belirleyecek', *DefenseNews*, 6 Aralık 2021.

113 Kumanda, Kontrol, İletişim, Bilgisayarlar (C4), İstihbarat, Gözlem ve Keşif (ISR)

114 Justin Bronk, 'Kayıp Rus Hava Kuvvetleri Gizemli Vakası', *RUSI Commentary*, 28 Şubat 2022.

115 ABD Savunma Bakanlığı, 'Üst Düzey Savunma Yetkilisi Arka Plan Brifingi Verdi', transkript, 2 Mayıs 2022, <https://www.defense.gov/News/Transcripts/Transcript/Article/3017053/senior-defense-official-holds-a-background-briefing/>, 20 Temmuz 2022'de erişilmiştir.

116 *NBC News*, 'Haftalar Sonrasında Rus Füzeleri Kiev'i Vurdu ve 2 Kişi Hayatını Kaybetti', 26 Haziran 2022.

117 *Kyiv Independent*, 'Genelkurmay: Rusya, Belgorod Oblastına İskender Füze Bataryaları Yerleştirdi', 22 Mayıs 2022.

02

Bu silah sistemleri bir dizi geniş alt sistemin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuş olup, bu bileşenlerin üretimiyle ilgili karmaşık üretici ağını ortaya koymaktadır. Dalları genişlemeye meyilli olan bu ağlar genelde aynı kökte buluşmaktadır: Her ikisi de Rus silahlı kuvvetlerine tedarik sağlamadaki merkezi rolleri nedeniyle Batılı ülkeler tarafından hedef alınan, Rusya devletine ait savunma sanayi holdingleri olan Rostec ve Almaz-Antey (daha önceki adıyla OAO Concern VKO 'Almaz-Antey').

2007'de kurulduğundan bu yana Rostec, Putin'in sırdaşı olan Chemezov tarafından yönetilmektedir.[118] Almaz-Antey ise 2002 yılında bir başkanlık kararnamesi ile kurulmuş olup Yan Novikov tarafından yönetilmektedir. Ancak şirketin yönetim kurulu başkanlığını 2014 ila 2016 yılları arasında Chemezov üstlenmiştir.[119]

Birlikte büyüyen bu iki organizasyon, Rus füzeleri ve diğer askeri sistemlerinin tasarımı, geliştirilmesi ve üretilmesini destekleyen muazzam sayıdaki araştırma enstitüsü, tasarım bürosu, üretim tesisi ve şirketi işletmektedir.

İSKENDER 9M727

9M727, radarlardan gizlenmek ve yakalanma riskini azaltmak için düşük irtifalarda uçan orta menzilli bir Rus GLCM sistemidir.[120] Hedefine ilerlemesini sağlamak ve hedefe giderken uçuş sırasında rotasında düzeltmeler yapmak için silahın üzerinde bir dizi sensör ve harici sinyalleri dijital girdilere dönüştürecek şekilde tasarlanmış entegre bilgisayar sistemleri mevcuttur.

118 *Reuters*, 'Putin'in Yandaşı Chemezov, Rusya'nın Galip Geleceğini Söylüyor', 10 Mart 2022.

119 Almaz-Antey, 'Tarihçe', <http://www.almaz-antey.ru/en/istoriya/>, 21 Temmuz 2022 itibariyle erişilmiştir.

120 CSIS Füze Savunma Projesi, '9M729 (SSC-8)', en son 31 Mart 2022 tarihinde güncellenmiştir, <https://missilethreat.csis.org/missile/ssc-8-novator-9m729/>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

Şekil 12: 9M727 Balistik Füzesinin Resimleri

Kaynak: RUSI.

Bu füzenin en önemli iki sinyal işleme sistemi Zarya ve Baget-62-04 bilgisayarlarıdır ve bunlar sırasıyla radar ve televizyon seyir (TGM) verilerini işlemektedir. Füzenin en önemli sensörlerinden birisi, GPS ve GLONASS sinyallerini işleyen, gövdeye sabitli SN-99 (CH-99) sensörüdür.

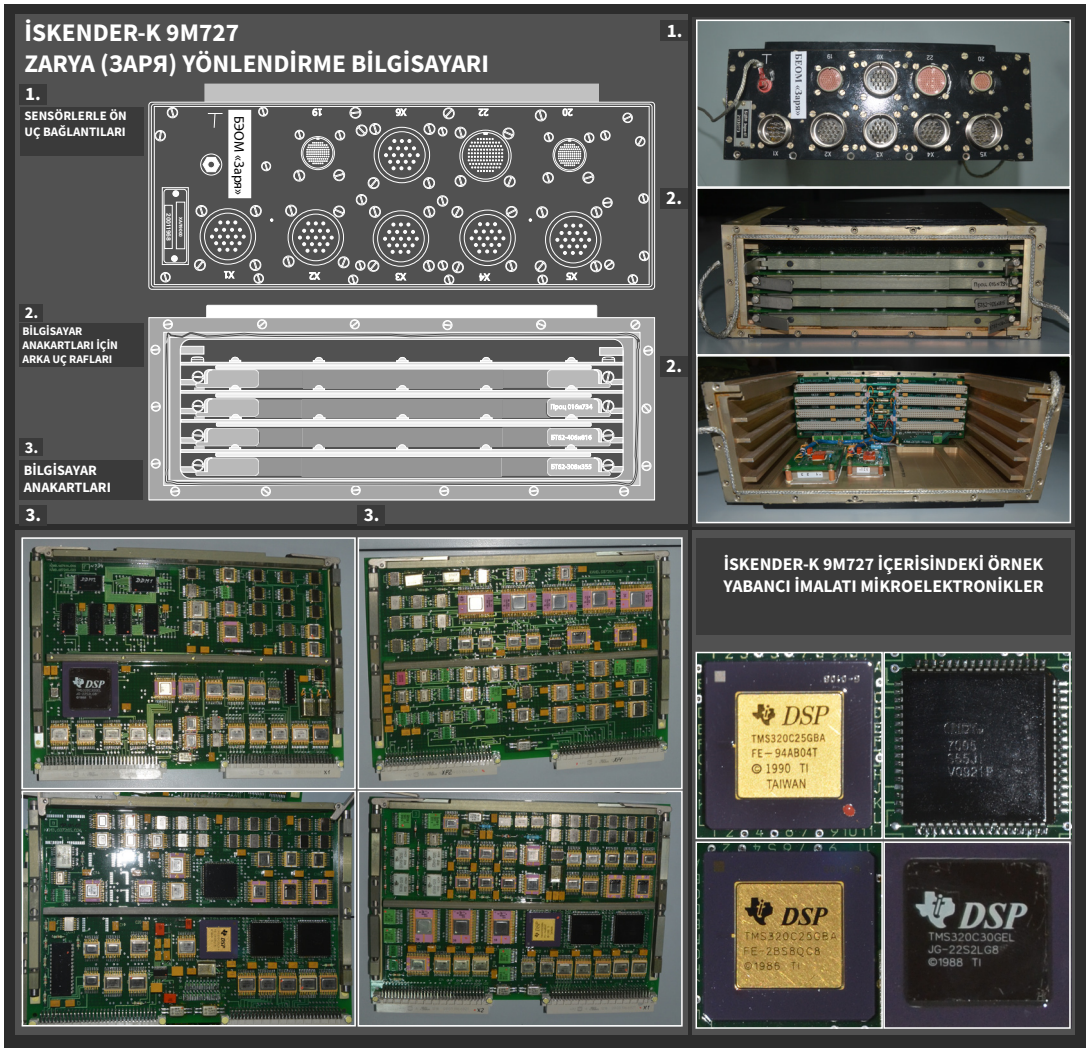
Bu sistemleri oluşturan parçalar üzerinde gerçekleştirilen bir araştırma, yüksek düzeyde Batı yapımı bileşenlerin kullanımını ortaya koymakta olup Rusya merkezli üretim zincirleri ise çoğunlukla Rostec ve Almaz-Antey'e dayanmaktadır.

ZARYA RADAR İŞLEME BİLGİSAYARI

Zarya bilgisayarı, 9M727 füzesinin uç kısmında olup tamamı metalden oluşan bir gövdeye sabitlenmiş ve kilitlemeli bir metal sabitleyici ile sabitlenmiştir. Sağlam yapısı, füzenin ateşlenmesi ve hedefe doğru yolculuğu sırasında çalışmasını kesintiye uğratmayacak ve bilgisayarın titreşim ve şoklardan korunmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. 9M727'nin gövdesine yerleştirildiğinde sızdırmazlığını sağlayan metal örgülü contanın varlığı ve metal gövde, aynı zamanda bilgisayarı elektromanyetik müdahalelerden de korur.

Zarya, pasif şekilde soğutulur, yani sıcaklıkları yönetmek için herhangi bir fana veya hava tahliyesine ihtiyaç yoktur. Bu, sistemin alternatif bir aktif soğutma sistemine dayalı olarak kurulmuş olması durumunda çalışmasını etkileyebilecek su hasarı ve titreşimlere karşı elektronik aksama belirli bir dayanıklılık sağlar.

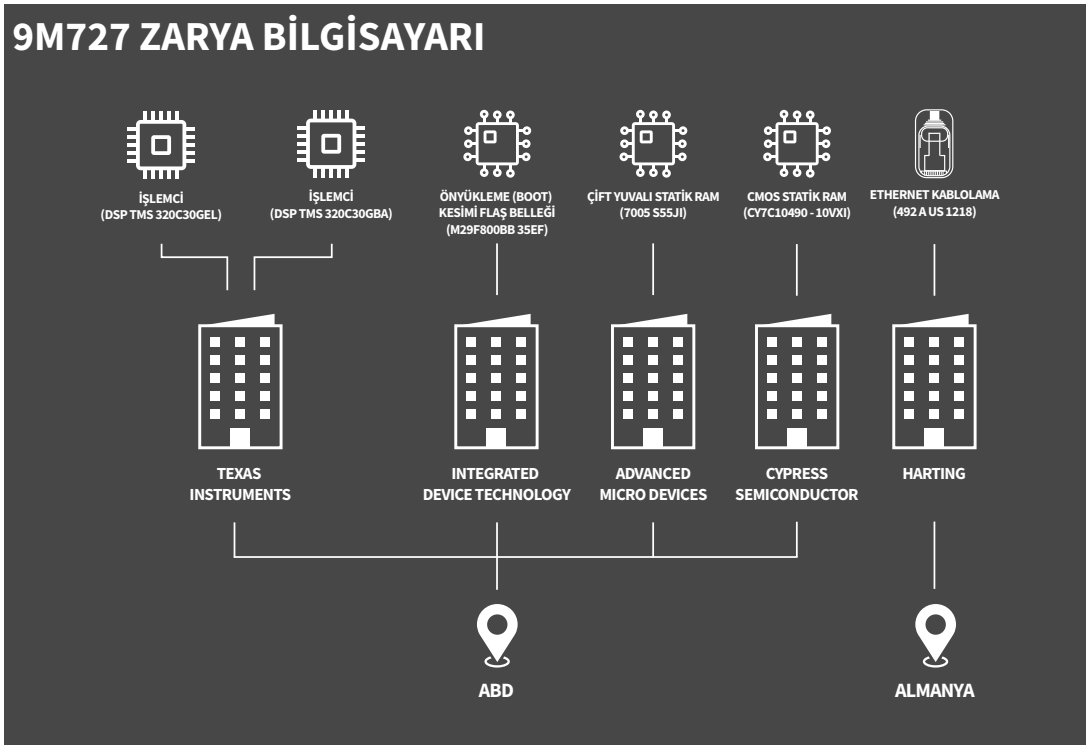
Şekil 13: Zarya Bilgisayarının Demontajı



Kaynak: RUSI.

Zarya bilgisayarlarının en azından bazı modellerinin tarihsel olarak Rus askeri sistemlerinin üretimiyle, yani sonuç olarak Almaz-Antey ile bağlantılı kuruluşlar tarafından üretildiği görülmektedir.[121] Ancak buna rağmen 9M727'den çıkarılan Zarya bilgisayarı içerisinde dijital sinyal işleyiciler, flaş bellek modülleri, statik RAM modülleri ve eternet kabloları gibi ABD'li ve Alman şirketler tarafından üretilen çeşitli Batı kaynaklı bileşenler mevcuttu.

Şekil 14: Zarya Bilgisayarı İçinde Bulunan Batılı Bileşenler



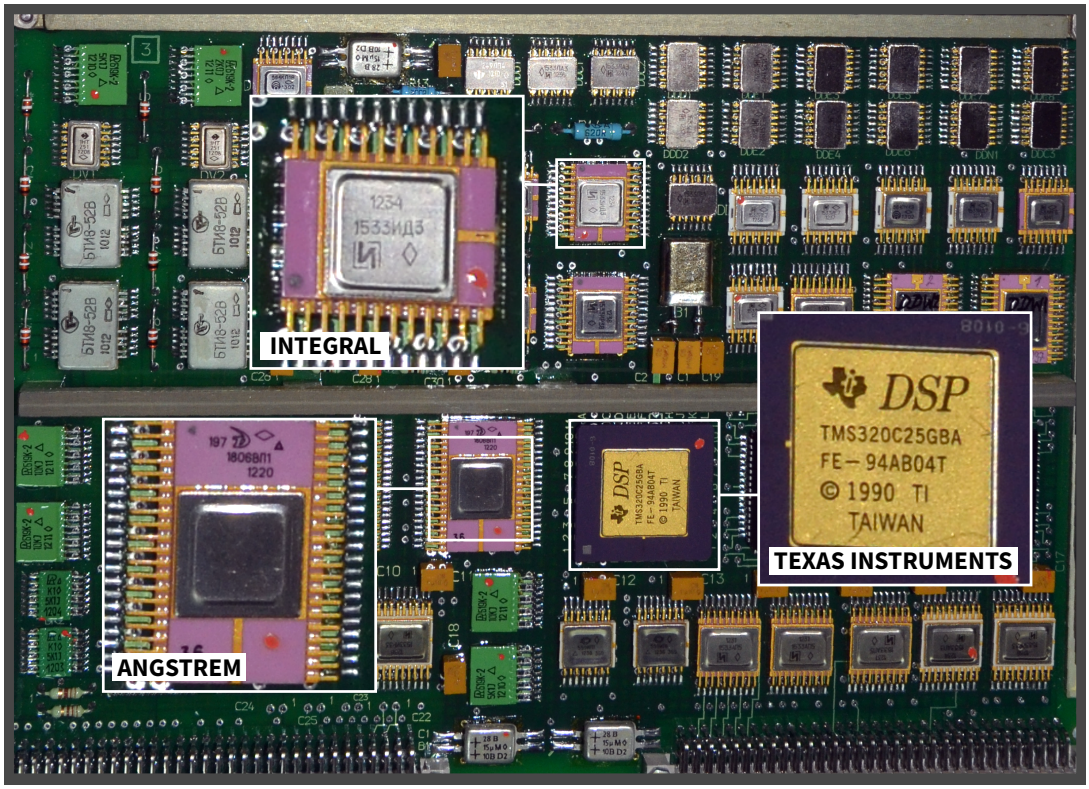
Kaynak: RUSI.

121 Moskova Havacılık Enstitüsü'nden A.N. Shishkov ile ilişkilendirilen bir belgede, 1990'ların başlarında bir dizi Zarya modelinin Moskova'da bulunan bir 'NII Priborostroeniya' tarafından üretildiği belirtilmektedir. A H Shishkov, 'Lekcija Mikroprocessory' ['Mikroişlemci Dersi'], Moskova Havacılık Enstitüsü, s. 38, <http://frela-mk.narod.ru/olderfiles/1/Lekcciya_3_4_Mikroproccessory.pdf>, 28 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir. Bu ya V.V. Tikhomirov Aygıt Tasarımı Bilimsel Araştırma Enstitüsü (NIIP) (Nauchno-izsledovatel'skij institut priborostroenniya imeni V.V. Tikhomirova) ya da Aygıt Tasarımı Devlet Araştırma Enstitüsü (GosNIIP) (Gosudarstvennyj nauchno-izsledovatel'skij institut priborostroeniya) için kullanılmış olabilir. Her iki kuruluş da askeri teknoloji üretimine dahil olmuş kuruluşlardır. Bkz. V.V. Tikhomirov Aygıt Tasarımı Bilimsel Araştırma Enstitüsü, 'Eksportnaya produkciya' ['İhracat İmalatı'], <https://www.niip.ru/catalog/eksportnaya-produktsiya>, 26 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir; *Ordu Farkındalığı*, 'Rusya'nın Elinde Beklenenden Fazla Sayıda SSC-8 Tartışmalı Menzillere Sahip Seyir Füzesi Mevcut', 11 Şubat 2019, <https://www.armyrecognition.com/february_2019_global_defense_security_army_news_industry/russia_has_more_ssc-8_cruise_missiles_than_expected_with_conflictual_range.html>, 28 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir; Rusya'nın Stratejik Nükleer Kuvvetleri, 'Güdümlü Füzeler ve INF - Peki Ya 9M729?', 23 Haziran 2015, <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:kGNi1MZkOSIJ:https://russianforces.org/blog/2015/06/cruise_missiles_and_inf_-_what.shtml+&cd=2&hl=en&ct=clnk&gl=de>, 28 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir. Bu makalenin yazıldığı zaman NIIP Almaz-Antey ve Rostec tarafından kontrol ediliyordu. See Oruzhiye Rossii [Rus Silah Sistemleri], 'Nauchno-izsledovatel'skij institut priborostroenniya imeni V.V. Tikhomirova, AO' ['V.V. Tikhomirov Aygıt Tasarımı Bilimsel Araştırma Enstitüsü, JSC'], <https://www.arms-expo.ru/armament/ members/625/83161/>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir. GosNIIP, 2018'e kadar Almaz-Antey'in bir parçasıydı ve Almaz-Antey logosuna web sitesinde halen belirgin şekilde yer vermektedir. Bkz. GosNIIP, 'Akcionernoye obschestvo "Gosudarstvennyj nauchno-izsledovatel'skij institut priborostroeniya"' ['Anonim Şirket "Aygıt Tasarımı Devlet Araştırma Enstitüsü"'], <http://www.gosniip.ru/>, 28 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir; Vladimir Medvedev, 'Frontovyje aviacionnye pribory i ih sozdateli' ['Ön Cephedeki Havacılık Aygıtları ve Bunların Yaratıcıları'], *Nacional'naya oborona* [*National Defence*], 27 Şubat 2018, <https://2009-2020.oborona.ru/includes/periodics/defense/2018/0227/122323529/print.shtml>, 28 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

Zarya sisteminin çekirdek işlemlerinin, Texas Instruments tarafından üretilen bir dijital sinyal işlemcisince gerçekleştirildiği göze çarpmaktadır. Bu işlemciler, veri akışlarının tekrarlı şekilde manipülasyonu için kullanılır ve füzenin üzerindeki sensörlerce toplanan verilerin filtrelenmesi, manipülasyonu ve dönüştürülmesi işlemlerini gerçekleştirebilir.

Zarya'da kullanılan dijital sinyal işleme çipleri, ilk olarak 1983 yılında piyasaya sürülmüş olup ama zamanla çeşitli revizyonlar geçiren Texas Instruments TMS320 serisi çiplerdir. 9M727'de bulunan ve RUSI tarafından incelenen devre kartlarında hem C25 hem de C30 varyantları tespit edilmiştir. C30, saniyede 50 milyon işlem yapabilme kabiliyetine sahip olup üretildiği zaman piyasada mevcut, sınıfının en üstün ürünüdür. Mikroişlemciler 1988 ila 1990 yıllarına tarihlendiğinden ilgili sistemin büyük olasılıkla 1980'lerin sonları ila 1990'ların başları arasında tasarlanıp üretilmiş olma olasılığını öne çıkarmaktadır. Dijital sinyalleme işlemcilerinin de ya Integrated Device Technology veya Cypress Semiconductor tarafından üretilen diğer Batı kaynaklı bellek çipleriyle birleştirildiği görülmektedir.

Şekil 15: Zarya Devre Kartlarındaki Angstrem ve Integral Mikro Çipleri



Kaynak: RUSI.

Sistemde görülen metal paketli entegre devreler genellikle Sovyet menşelidir ve bunlar, Angstrem ve Integral tarafından yerli olarak üretilmiş çipler üzerindeki logolardan ayırt edilebilirler. Sovyetler Birliği'nin çöküşüne kadar olan süreçte Angstrem ve Integral, Moskova merkezli PAO Mikron ile birlikte[122] ülkenin entegre devreler üretiminde görev alan temel kuruluşlardı.

122 Mikron'un tarihi 1950'lerin sonlarına kadar uzanır ve sonradan adı VZPP-Mikron olarak değiştirilen Voronezh Yarıiletken Cihazlar Tesisine (Voronezhskij zavod poluprovodnikovyh priborov) dayanır. Mikron, tarihsel olarak askeri sistemlerde kullanım için bileşenler üretmiştir. Bkz. Mikron, 'Mikron'un Tarihi', <https://en.mikron.ru/company/history/>, 30 Haziran 2022 tarihinde erişilmiştir.

Angstem 1963'de Leningrad merkezli Hassas Mekanik Bilimsel Araştırma Enstitüsü'nün himayesi altında kurulmuş olup ilk yerli üretim olan 'Tropa' serisi mikro çipleri geliştirmiştir.[123] Şirket o zamandan bu yana füze seyir sistemlerinde, uzay ve havacılık teknolojisinde, kişisel bilgisayarlarda ve mikro hesaplayıcılar ve başka diğer uygulamalarda kullanılan 2000'den fazla türde mikroçip ve yarıiletken cihaz üretmiştir.[124]

2018'de Angstrem'in genel satışlarının %91'ini askeri uygulama ürünleri oluştururken yerel piyasaya satış oranı ise %96 olmuştur.[125] Angstrem, AO Angstrem-T'nin çoğunluk hissesinin sahibi olup varlıkları Yabancı Varlıklar Kontrol Ofisi (OFAC) tarafından 22 Şubat 2022 tarihinde bloke edilmiştir.[126]

Integral ise, şirketin web sitesine göre aşırı koşullar altında kullanılan uzmanlık ekipmanlarına entegrasyon dahil Belarus merkezli bir entegre sistemler, ayrık yarıiletken cihazlar ve bilgi gösterge sistemleri üreticisidir.[127] Integral, üretime 1960'larda başlamıştır ancak 24 Şubat 2022'de Rusya'nın Ukrayna'yı işgali ile ilişkili olarak OFAC tarafından yaptırıma tabi tutulmuştur.[128]

BAGET BİLGİSAYARI

İskender-K 9M727 içerisinde bulunan bilgisayarlardan bir diğeri de esas olarak hassas doğruluğun sağlanması için terminal fazda kullanılan bir televizyon seyir işleme sistemi olan Baget-62-04'tür. Baget bilgisayar ailesi, Rus Bilimler Akademisi Sistem Analizi Bilimsel Araştırma Enstitüsü'nden (SRISA RAS) bir araştırmacı tarafından yakın zaman önce kaleme alınan bir makalede sinyal işleme alanında yüksek performanslı cihazlar olarak tarif edilmiştir.[129]

Zarya bilgisayarında olduğu gibi Baget-62-04'ün elektronik aksamı, bunu yüksek yıkım gücüne sahip yük faktörleri ve elektromanyetik müdahalelerden korumak üzere tasarlanmış olan özel bir uzmanlık sistemi içerisinde muhafaza edilmektedir. Baget-62-04, ayrıca bir dizi Batı yapımı bileşen içerir ve bunlara mikroişlemciler, FPGA'lar, SRAM çipleri, kristal osilatörler, bağlantı soketleri ve bir dizi başka bileşen de dahildir.

123 Angstrem, 'Katalog produkcii' ['Ürün Kataloğu'], 2022, <https://tinyurl.com/6mcp38rp>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

124 *Aynı yazıda*

125 Angstrem, 'Godovoj otchet Akcionernogo obschestva 'Angstrem' za 2018 god' ['2018 Yılı İçin "Angstrem" Anonim Şirketinin Yıllık Raporu'], rapor, şirketin genel direktörü ve baş muhasebecisi tarafından 28 Haziran 2019 tarihinde doğrulanmıştır, s. 7. *Interfax,* 'AO 'Angstrem' ['JSC 'Angstrem'], Centr Raskrytiya Korporativnoj Informacii [Şirket Bilgi Keşif Merkezi'nden Erişilmiştir], <https://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=3782&type=2&attempt=1> , 1 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

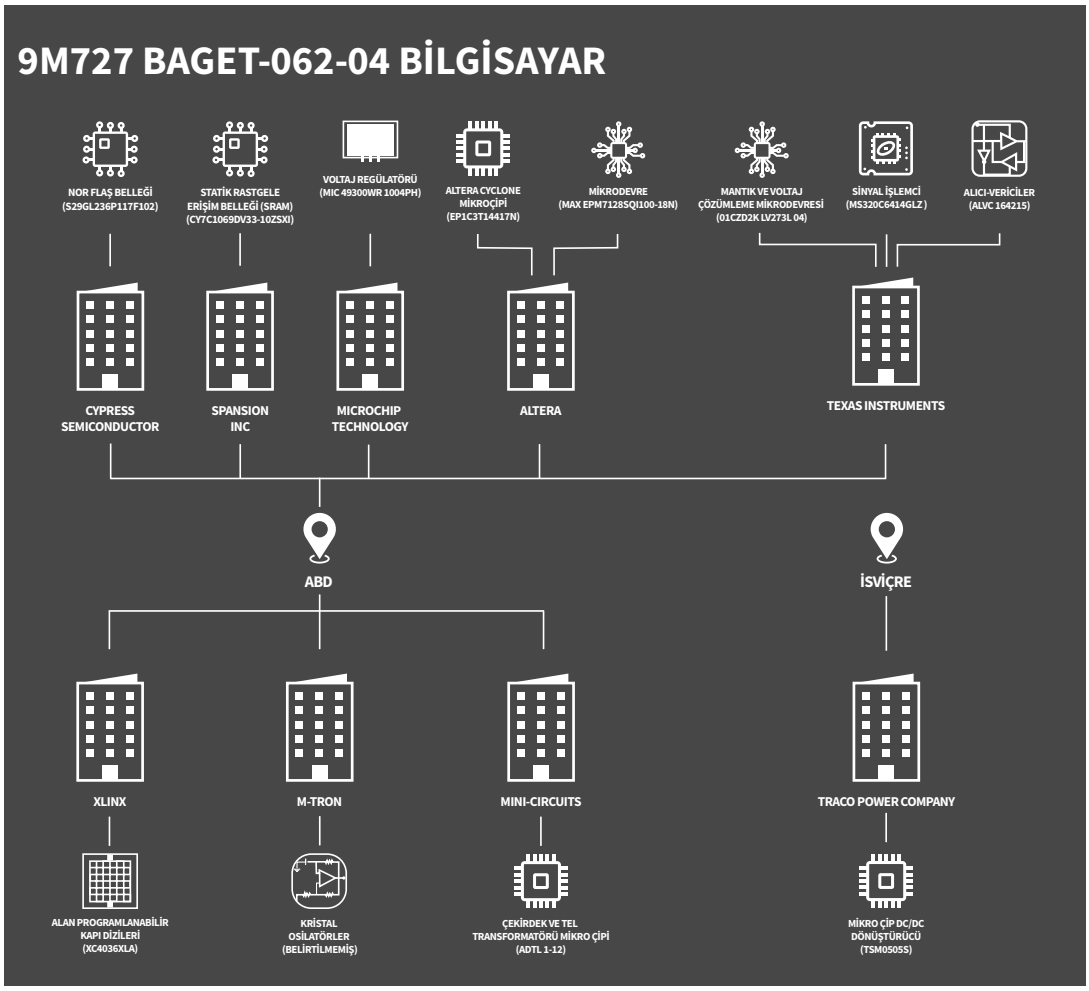
126 ABD Hazine Bakanlığı, 'ABD Hazinesi Donetsk ve Luhansk Bölgelerindeki Eylemlere Karşı Yürürlüğe Acil Ekonomik Yaptırımlar Koyuyor', basın bülteni, 22 Şubat 2022, <https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0602>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

127 Integral, 'Produkciya' ['Products'], <https://integral.by/ru/products>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

128 ABD Hazine Bakanlığı, 'ABD Hazinesi Donetsk ve Luhansk Bölgelerindeki Eylemlere Karşı Yürürlüğe Acil Ekonomik Yaptırımlar Koyuyor'.

129 Antonov A A ve A A Krasnyuk, 'Endüstriyel Kontrol ve Veri İşleme Sistemleri için Mikroişlemcilerin Dahili Yapısı', *IOP Konferans Serisi: Malzeme Bilimi ve Mühendislik* (No. 1061, 2021).

Şekil 16: Baget-62-04 bilgisayar içinde bulunan Batı Menşeli Bileşenler



Kaynak: RUSI.

Baget serisinin geçmişi, Sovyetler Birliği'nin çöküşünü takiben, Rus hükümetinin yabancı tedarikçilere bağımlılığı azaltmak amacıyla askeri uygulamalar için bilgisayar ve bileşenlerin yerel olarak üretilmesi çabasına dayanmaktadır.[130] Rus üreticiler tarafından 2017'de yayınlanmış bir broşür, Baget 64-02'den zamanla geliştirilmiş olması muhtemel bir bilgisayarın, havacılık komplekslerinde bir araç üstü kontrol sistemi olarak ve yer ve hava bazlı yüksek hassasiyetli silah komplekslerinde kullanılmasının amaçlandığını ortaya koymaktadır.[131]

AO Tasarım Bürosu 'Korund-M' (KB Korund-M) ve Rusya'nın SRISA RAS kurumu tarafından ortak olarak hazırlanan bu broşür, askeri uygulamalar için tasarlanan bir dizi Baget bilgisayarın ve yerli imkânlarla üretilen mikro çiplerin tanıtımını ve reklamını yapmaktadır.

130 AO Konstruktorskoe b'uro (KB) Korund-M (JSC Tasarım Bürosu (DB) Korund-M) ve Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdeniye Federal'nyj nauchnyj centr nauchno-izsledovatel'skij institute sistemnyh izsledovanij rossijskoj akademii nauk [Federal Devlet Enstitüsü 'Rus Bilimler Akademisi Sistem Analizi Bilimsel Araştırma Enstitüsü (FSI FSC SRISA RAS)], 'Perspektivnye EVM semejstva Baget' ['Baget Ailesinin Gelecekteki Bilgisayarları'], 2017, sayfa. 2–3.

131 *Aynı yazıda*

Şekil 17: KB Korund-M ve SRISA RAS tarafından Reklamı Yapılan Modern Baget Bilgisayar Sistemleri

Kaynak: Korund-M ve SRISA RAS Broşürü.

SRISA RAS'ın bir tasarım bürosu olduğu görünen KB Korund-M,[132] kendi web sitesinde ürünlerinin İskender füze kompleksi dahil Rus askeri sistemlerinde kullanıldığını, askeri uygulamalar için bilgisayarlar üretmeyi sürdürdüğünü, Rus Savunma Bakanlığının bilgi işlem ihtiyaçları ile ilişkili ARGE çalışmalarına devam ettiğini belirtmektedir.[133] SRISA RAS, OFAC tarafından 2 Ağustos 2022 tarihinde yaptırıma tabi tutulmuştur.[134] KB Korund-M, Batılı hükümetler tarafından yaptırıma tabi tutulmamaktadır.[135]

Baget-62-04'ün adı ayrıca AO Serpukhov Metallist Tesisinin yıllık raporlarında da geçmektedir ve burada şirketin İskender-M füzeleri için 2013'te 222 adet Baget-62-04 bilgisayarı ürettiği iddia edilmekte ve bir sonraki yılda da 269 adet Baget-62-03 bilgisayarı üretme planı olduğundan söz edilmektedir.[136] Tesisin yıllık raporları, 2021'de yayınlanan 2020 raporuna kadar Baget

132 Şirketin kurucularından birisi, aynı zamanda SRISA RAS'ta bilimsel direktör de olan Vladimir Betelin'dir. Bkz. Federal Devlet Enstitüsü, Rus Bilimler Akademisi Sistem Analizi Bilimsel Araştırma Enstitüsü, 'Betelin Vladimir Borisovich', <https://www.niisi.ru/betelin.htm>, 25 Temmuz 2022 itibariyle erişilmiştir. 24 Temmuz 2020 tarihli Rusya federal vergi belgelerinde Betelin, AO KB Korund-M'nin genel direktörü ve ana hissedarı olarak listelenmiştir. 4 Aralık 2021 tarihli Rusya federal vergi belgelerinde de Betelin, Ticari Olmayan Otonom bir Organizasyon ve Tasarım Bürosu Olan Korund-M'nin direktörü olarak listelenmişken SRISA RAS, şirketin bir hissedarı olarak listelenmiştir. 16 Haziran 2022 tarihli Rus federal vergi belgeleri halen Betelin'i şirketin direktörü olarak belirtmekte iken SRISA RAS'den bahsetmemektedir. Rus Federal Vergi Kaydı belgelerine Sayari Labs yoluyla ulaşılabilir, <https://sayari.com/>, 22 Temmuz 2022 itibariyle erişilmiştir.

133 Konstruktorskoye B'uro Korund-M [Tasarım Bürosu Korund-M], 'O "Korund-M"' ['"Korund-M" Hakkında'], <https://kbkorund.ru/about>, 26 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

134 ABD Dışişleri Bakanlığı, 'Ukrayna'da Devam Eden Savaş Sebebiyle Rusya'ya Ek Yaptırım Uygulamaları', veri sayfası, 2 Ağustos 2022, <https://www.state.gov/imposing-additional-costs-on-russia-for-its-continued-war-against-ukraine/>, 2 Ağustos 2022 tarihinde erişilmiştir.

135 Görünüşe göre Baget'in bazı modelleri – özellikle Baget-53 bilgisayarları – Ramenskoye Aygıt Yapım Tasarım Bürosu [Ramenskoye 'Priborostroitel'noye konstruktorskoye b'uro'] tarafından da üretilmiştir. Bkz. Açık Anonim Şirket 'Ramenskoye Aygıt Yapım Tasarım Bürosu' (OJSC 'RIDB'), 'Katalog produkcii elektronnogo napravleniya "OAO Ramenskoye Priborostroitel'noye Konstruktorskoye B'uro"' ['OJSC Elektronik Ürün Kataloğu "Ramenskoye Aygıt Yapım Tasarım Bürosu"'], 2013, s. 14, <https://mniirip.ru/sites/default/files/articles/katalog_elektronnogo_napravleniya_rpkb.pdf>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

136 'Godovoj otchet Otkrytogo akcionnernogo obschestva "Serpukhovskij zavod 'Metallist'" za 2013 god' ['"Serpukhov Tesisi 'Metallist'" İçin 2013 Yılına Dair Açık Anonim Şirket Yıllık Raporu'], 2014, s. 16. *Interfax üzerinden erişilmiştir,* 'AO Serpukhovskij Zavod "Metallist"' ['JSC "Serpukhov Tesisi 'Metallist'"'], Centr Raskrytiya Korporativnoj Informacii [Şirket Bilgi Keşif Merkezi], <https://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=23097&type=2>, 1 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

bilgisayarların üretime dahil olmasına dair ifadeler içermeye devam etmiştir.[137] Haziran 2022 tarihinde yayınlanan 2021 yıllık raporunda Baget bilgisayarlara herhangi bir vurguda bulunulmamıştır.[138]

Sovyetler Birliği'nin federal savunma komitesi tarafından Kasım 1943'te kurulan Serpukhov Metallist Tesisi, tarihsel olarak Sovyet ve Rus askeri teknolojilerinin üretiminde yer almış[139] ve yakın dönemlere kadar kritik askeri bileşenler üretmeye devam ettiği bildirilmiştir.[140] Aralık 2021 itibariyle tesis, Rostec'in JSC NPO Yüksek Hassasiyetli Sistemlere (AO 'NPO Vysokotochnye Kompleksy') aitti.[141]

NPO Yüksek Hassasiyetli Sistemler, Mart 2022'de ABD Hazinesi tarafından yaptırıma tabi tutulan, Rus devletine ait bir holding şirketidir. ABD Hazinesine göre, İskender füzeleri de dahil olmak üzere NPO Yüksek Hassasiyetli Sistemler tarafından üretilen bazı füze sistemleri Şubat 2022'deki işgal öncesinde Rus–Ukrayna sınırına getirilmiştir.[142]

SEYİR SİSTEMLERİ

Rus askeri doktrini, yaklaşık yirmi yıl boyunca uzun ila orta menzilli seyir füzeleriyle rakip bölgenin derinlerindeki anahtar kritik askeri altyapıyı vurmaya dayanmıştır. Rus silahlı kuvvetleri, bu füzelerin hedeflerini vurduklarından emin olmak amacıyla hava savunma sistemlerinden kaçınmak için düşük irtifada manevra kabiliyetine sahip olan bu füzeyi yönlendiren ileri atalet ve navigasyon sistemleri geliştirmiştir. Hem 9M727 hem de Kh-101 havadan fırlatılan seyir füzesinde bulunan kritik sensörlerden birisi GLONASS ve GPS seyir birimi olan SN-99'dur (CH-99).

137 Bkz., örneğin 'Godovoj otchet Otkrytogo akcionnernogo obschestva "Serpukhovskij zavod 'Metallist'" za 2020 god' ['"Serpukhov Tesisi 'Metallist' İçin 2020 Yılına Dair Açık Anonim Şirket Yıllık Raporu"'], 2021, sayfa 16-31. *Interfax üzerinden erişilmiştir*, 'AO Serpukhovskij Zavod "Metallist"' ['JSC "Serpukhov Tesisi 'Metallist'"'], Centr Raskrytiya Korporativnoj Informacii [Şirket Bilgi Keşif Merkezi], <https://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=23097&type=2>, 1 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

138 'Godovoj otchet Otkrytogo akcionnernogo obschestva "Serpukhovskij zavod 'Metallist'" za 2021 god' ['"Serpukhov Tesisi 'Metallist'" İçin 2021 Yılına Dair Açık Anonim Şirket Yıllık Raporu'], 2022. *Interfax üzerinden erişilmiştir,* 'AO Serpukhovskij Zavod "Metallist"' ['JSC "Serpukhov Tesisi 'Metallist'"'], Centr Raskrytiya Korporativnoj Informacii [Şirket Bilgi Keşif Merkezi], <https://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=23097&type=2>, 28 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

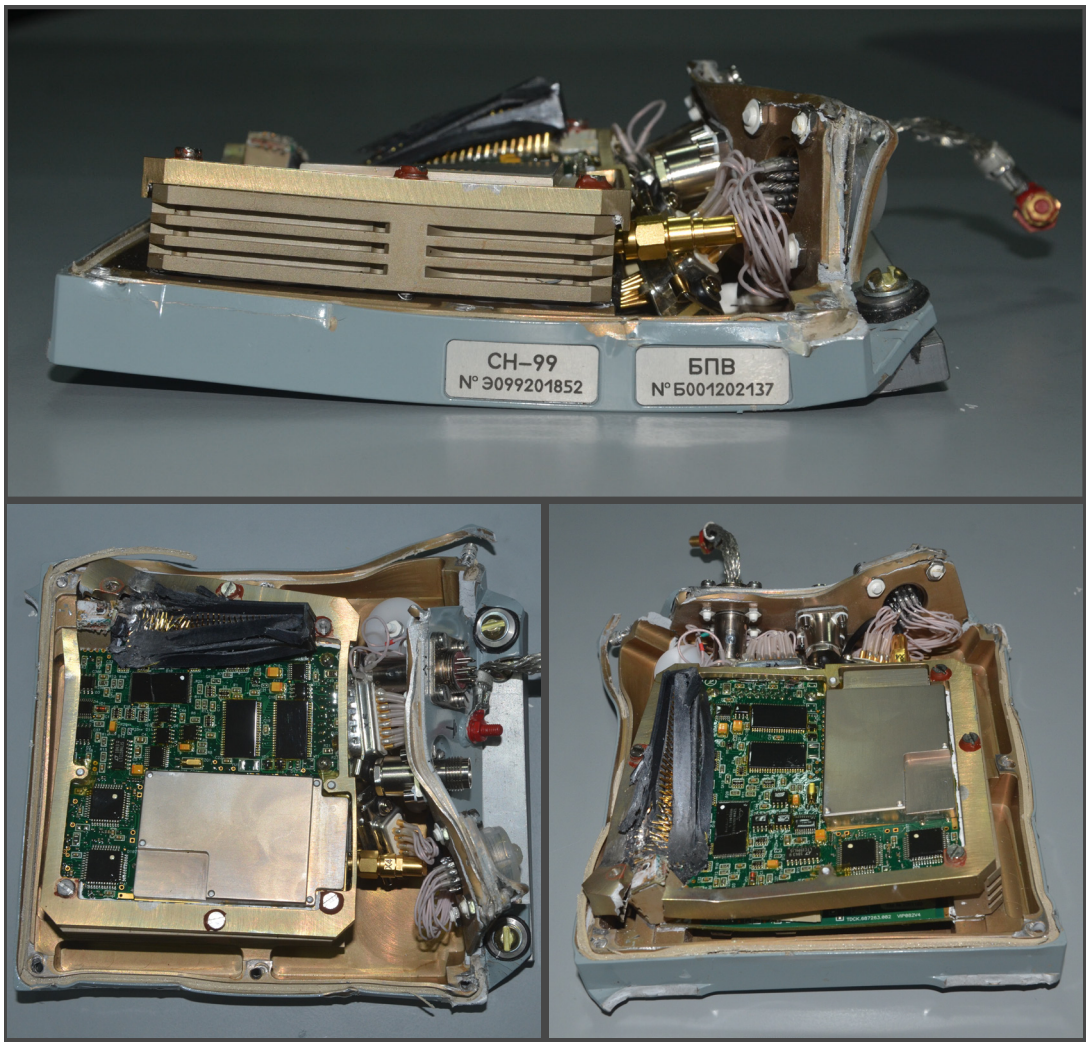
139 Oleg Falichev, '"Metallist": pricel'noe razvitie' ['"Metallist": Hedefli Geliştirme'], *Voyenno-promyshlennyj kur'jer* [*Askeri-Endüstriyel Kurye*], 6 Kasım 2018, <https://vpk-news.ru/articles/46107>, 21 Temmuz 2022 itibariyle erişilmiştir.

140 *Serpukhovskie Vesti*, 'Serpuhovskomu zavodu Metallist ispolnyaetsya 75 let' ['Serpukhov "Metallist" Tesisi 75 Yaşında'], 13 Ağustos 2018, <http://inserpuhov.ru/novosti/proizvodstvo/serpuhovskomu-zavodu-metallist-ispolnyaetsya-75-let>, 20 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

141 Serpukhov Tesisi Metallist, 'Glavnaya' ['Ana'], web sayfasının arşivli sürümü 26 Aralık 2021 itibariyle erişilmiştir, <https://web.archive.org/web/20211226064918/http://www.szmetallist.ru/>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

142 ABD Hazine Bakanlığı, 'ABD Hazinesi Rusya'nın Savunma-Endüstri Altyapısına, Rus Duma'sı ve Üyelerine ve Siberbank CEO'suna Yaptırım Uyguladı ', basın bülteni, 24 Mart 2022, <https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0677>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

Şekil 18: SN-99 (CH-99) GLONASS ve GPS Yönlendirme Sistemi



Kaynak: RUSI.

Bu birim, Navigasyonel Sistemler Tasarım Bürosu (AO KB NAVIS),[143] tarafından üretilmiş olup bu büro aynı zamanda Rus ordusu tarafından kullanılan GLONASS, GPS ve GALILEO navigasyon sistemlerinin de üreticisidir.[144] Rus dilindeki şirket kayıtları[145] ve süreli yayınlar, aynı zamanda yukarıda bahsedilen SRISA RAS olan KB Korund-M'in KB NAVIS'i kurduğunu da

143 Konstruktorskoye B'uro Navigacionnyh Sistem Navis [Navigasyonel Sistemler Tasarım Bürosu Navis], 'SN-99 Navigacionnaya apparatura dlya vysokodinamichnyh ob'ektov GLONASS/GPS/SBAS' ['SN-99 – GLONASS/GPS/SBAS Yüksek Dinamik Nesneler için Navigasyonel Ekipmanlar'], <https://navis.ru/assets/files/SN-99---korrekt_NEW.pdf>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

144 'Nekommercheskaya organizaciya Associaciya razrabotchikov, proizvoditelei i potrebitelei oborudovaniya i prilozhenij na osnove global'nyh navigacionnyh sputnikovyh sistem GLONASS/GNSS-Forum' ['Küresel Uydu Navigasyon Sistemleri Bazında Ekipman ve Uygulama Geliştiricileri, Üreticileri ve Tüketicileri Ticari Olmayan Birliği "GLONASS/GNSS-Forumu"'], 'Analiticheskij otchet po itogam izsledovaniya sostoianiya i perspektiv razvitiya rynka navigacionnyh, svyazanyh i navigacionno-sviazannyh modulej, a takzhe ocenki vliyanniya na razvitie rossijskogo i mezhdunarodnogo rynka "Avtonet"' ['Navigasyon, Ağ ve Navigasyonel Ağ Modülleri Piyasasının Durumu ve Gelişim Perspektifleri Çalışmasının Bulguları Üzerine Analitik Rapor ve Rus ve Uluslararası "Otonet" Piyasasının Geliştirilmesinin Etki Değerlendirmesi'], 2019, <https://tinyurl.com/yckfrxwx>, p. 189, 15 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

145 Bkz. 2 Temmuz 2020 tarihinde Sayari Labs üzerinden elde edilen Rusya Federal Vergi Kayıtları belgesi, <https://sayari.com/>, 10 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

iddia etmektedir.[146] KB Korund-M'de olduğu gibi KB NAVIS, ülkenin füze programına kritik teknolojiler sağlamasına rağmen Batılı hükümetlerin yaptırımlarına maruz kalmamıştır.

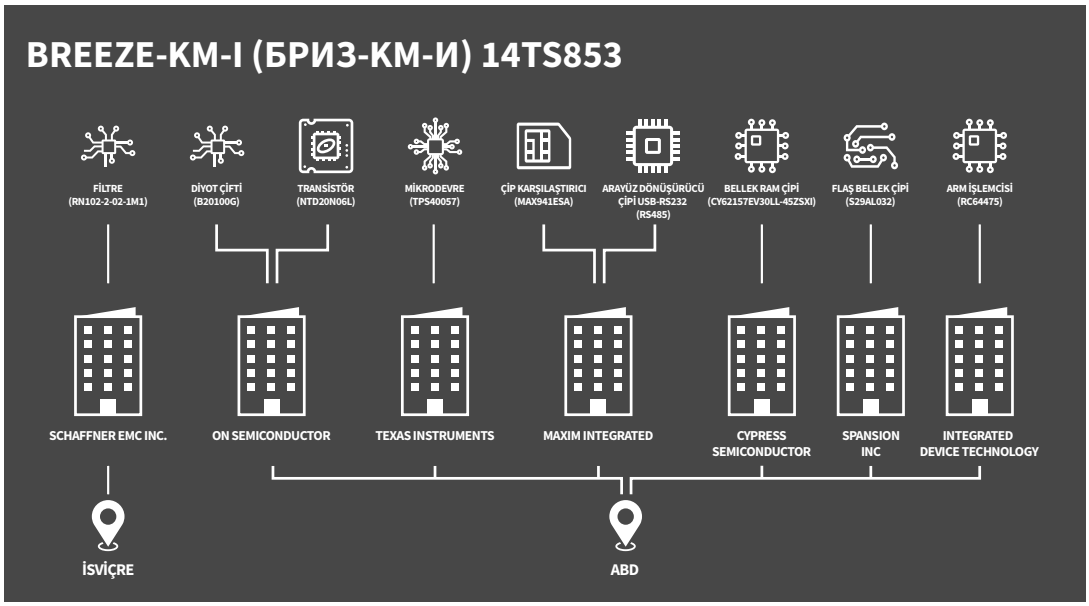
SN-99 (CH-99) sistemleri içerisinde, örneğin Spansion tarafından üretilen 32-megabit flaş bellek çipi ve Linear Technology Corporation tarafından üretilen 12-bitlik A/D dönüştürücü gibi çeşitli Batı menşeli bileşenler yer alması kayda değerdir. 12-bit aralığındaki A/D dönüştürücü artık günümüz modern standartları için sıra dışı kabul edilmese de taktiksel seyir füzeleri ve balistik füzelerde halen kritik bir bileşen sayılır ve SN-99 sisteminin kurulumu sırasında muhtemelen alanının en iyilerinden biri olarak kabul edilmekteydi.

ÇOKLU ÜRÜNLER

Ancak KB NAVIS'in, Rus ordusu için çeşitli ekipmanlar ürettiği görülmektedir. Bunlardan bir diğeri, ülkenin özel operasyon kuvvetleri (SOF) tarafından kullanılmakta olan Breeze-KM-I adındaki elle taşınır navigasyonel ve konumsal sistemdir.[147] Bu tür cihazlar SOF ve ileri keşif personeli tarafından kendi konumlarını doğru şekilde ve hassas topçu ve hava saldırıları için düşman konumlarını belirlemek amacıyla yaygın şekilde kullanılır.

Söküldüğünde Breeze-KM-I'in içerisinde yüksek performanslı 64 bit mikroişlemci, SRAM çipleri, alıcı-vericiler ve amplifikatörler dahil bir dizi Batı yapımı mikroelektronikler tespit edilmiştir.

Şekil 19: Breeze-KM-I'nın içindeki bileşenler



Kaynak: RUSI.

Bileşenlerden biri, yüksek performanslı CMOS statik RAM çipi olup ABD merkezli Cypress Semiconductor tarafından üretilmiştir. Bu bileşen yüksek hızlı, ultra-düşük güç bir bellek çipi olup[148] ihracat amaçları için çift kullanımlı ürün olarak sınıflandırılmıştır.[149]

146 A A Shanin et al., 'Apparatura Sputnikovyh Navigacionnyh Sistem GLONASS i GPS Konstruktorskogo B'uro Navigacionnyh Sistem' ['Navigasyon Sistemleri Tasarım Bürosunun Uydu Navigasyon Sistemleri GLONASS ve GPS İçin Ekipmanları'], Navigasyon ve Hidrografi, Devlet Navigasyon-Hidrografi Araştırma Enstitüsü, Rusya Savunma Bakanlığı, Aralık 2001, s. 173.

147 NAVIS, 'Breeze-KM-I Individual'naya navigacionnaya apparatura GLONASS/GPS/SBAS' ['Breeze-KM-I Bireysel Navigasyonel GLONASS/GPS/SBAS Ekipmanı'], <https://navis.ru>, 23 Haziran 2022 tarihinde erişilmiştir.

148 Infineon Technologies, 'CY62157EV30 MoBL 8-Mbit (512K × 16) Statik RAM', veri sayfası, 28 Şubat 2020, <https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-CY62157EV30_MoBL_8-Mbit_(512_K_16)_Static_RAM-DataSheet-v20_00-EN.pdf?fileId=8ac78c8c7d0d8da4017d0ebe669131ef>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

149 ECCN 3A991.b.2.a – paket başına 1 Mbit'ten fazla depolama kapasitesine sahip statik rastgele erişim belleği (SRAM). Bkz. ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Ticaret Kontrol Listesi: KATEGORİ 3- ELEKTRONİK PARÇALAR'.

Rus ticaret kayıtları ve ithalat beyannameleri, Analog Devices, Texas Instruments ve Linear Technology gibi ABD menşeli şirketler tarafından üretilmiş elektronik, entegre devre ve diğer elektronik bileşenlerin 2017 ila 2021 yılları arasında KB NAVIS tarafından büyük miktarlarda ithal edildiğini göstermektedir.[150] Ancak, sevkiyatların çoğu ABD yapımı ürünlerden oluşsa da bunların büyük bir kısmı İsviçre, İsrail, Çin ve Malezya yoluyla yapılmıştır.[151]

Bunların %90'ından fazlasının KB NAVIS'e, her ikisi de NAVIS şirketler grubuna bağlı olan İsviçre merkezli NVS Technologies AG tarafından sevk edildiği kayda değerdir.[152]

Bir Rus Vatandaşı olan NVS Technologies Şirketinin CEO'su Vasiliy Engelsberg [153] – aynı zamanda KB NAVIS[154] ve daha geniş NAVIS şirketler grubunun eş kurucularındandır.[155] KB NAVIS'in eş kurucularından olan Valery Babakov'un[156] aynı zamanda Almaz-Antey'in müşteri navigasyonel ekipmanları baş tasarımcısı olarak görev yapmış olması da dikkat çekicidir.[157] 2008'de GLONASS'ın ticarileştirilmesi hakkında Engelsberg ile birlikte kaleme aldığı bir yazıda Babakov, NAVIS Group'un Rusya'daki GLONASS alıcılarının ana tedarikçisi olduğunu belirtmiştir. Kendisi, ayrıca NVS Technologies'in kuruluşunu 'teknolojilerimizi dünya genelinde GNSS piyasasına entegre etme sürecinin bir parçası' sözleriyle açıklamıştır.[158]

KB Navis, çeşitli sivil uygulamalar için ürünler üretiyor gibi görünse de 2019'dan bir Rusça endüstri raporunda enstitünün sözleşmelerinin %70'inden fazlasının Rusya Savunma Bakanlığı ile olduğu iddia edilmektedir.[159] O zaman için bu tutar 3,5 milyarın rublenin üzerinde bir meblağa, yani 55 milyon ABD dolarına tekabül ediyordu. Bu yüzden, KB NAVIS tarafından ithal edilen pek çok Batı kaynaklı bileşenin de bu rapor için analiz edilenler gibi Rus silah sistemlerindeki yerini almış olması muhtemel görünmektedir.

150 Ticaret verisi, üçüncü taraf ticari sağlayıcı tarafından sağlanmıştır.

151 *Aynı yazıda*

152 'Nekommercheskaya organizaciya Associaciya razrabotchikov, proizvoditelei i potrebitelei oborudovaniya i prilozhenij na osnove global'nyh navigacionnyh sputnikovyh sistem GLONASS/GNSS-Forum' ['Küresel Uydu Navigasyon Sistemleri Bazında Ekipman ve Uygulama Geliştiricileri, Üreticileri ve Tüketicileri Ticari Olmayan Birliği "GLONASS/GNSS-Forumu"'], 'Analiticheskij otchet po itogam izsledovaniya sostoianiya i perspektiv razvitiya rynka navigacionnyh, svyazanyh i navigacionno-sviazannyh modulej, a takzhe ocenki vliyanniya na razvitie rossijskogo i mezhdunarodnogo rynka "Avtonet"' ['Navigasyon, Ağ ve Navigasyonel Ağ Modülleri Piyasasının Durumu ve Gelişim Perspektifleri Çalışmasının Bulguları Üzerine Analitik Rapor ve Rus ve Uluslararası "Otonet" Piyasasının Geliştirilmesinin Etki Değerlendirmesi'], sayfa 187, 160.

153 LinkedIn, 'Vasily Engelsberg', <https://ch.linkedin.com/in/vasily-engelsberg-3b637b16>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

154 Polina Jeremenko, 'Soshel s orbity' ['Sol Yörünge'], *Moskovskiye Novosti* [*Moscow News*], 7 Nisan 2011, <https://www.mn.ru/politics/68113>, 3 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

155 *PravoRU*, 'Sobstvenniku postavschika Minoborony otkazali v iske na sovladel'ca' ['Bir Savunma Bakanlığı Tedarikçisi Şirketin Sahibinin, Şirketin Eş Sahibi Olan Kişiye Karşı İstemi Reddedildi'], 10 Kasım 2017, <https://pravo.ru/news/view/145748/>, 3 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

156 *Aynı yazıda*

157 *Novosti navigacii*, '5'inci Uluslararası Uydu Navigasyon Forumu', (No. 2, 2011), s. 51, <https://internavigation.ru/wp-content/uploads/2019/07/nn2011_02.pdf#page=51>, 12 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

158 Vasiliy Engelsberg, Ivan Petrovski ve Valery Babakov, 'Uzman Tavsiyesi: GLONASS İş Olanakları', *GPS World*, 1 Mart 2008, <https://www.gpsworld.com/gnss-systemglonassexpert-advice-glonass-business-prospects-4215/>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

159 Bu belgeye göre KB NAVIS, Rus federal hükümetiyle toplam değeri 5,1 milyon ruble olan 106 sözleşme imzalamıştır. Bu sözleşmelerden yirmisi – toplamda 3,6 milyar ruble veya şirketin iş hacminin %72,6'sı – Rusya Savunma Bakanlığı ile yapılmıştır. Bkz. 'Nekommercheskaya organizaciya Associaciya razrabotchikov, proizvoditelei i potrebitelei oborudovaniya i prilozhenij na osnove global'nyh navigacionnyh sputnikovyh sistem GLONASS/GNSS-Forum' ['Küresel Uydu Navigasyon Sistemleri Bazında Ekipman ve Uygulama Geliştiricileri, Üreticileri ve Tüketicileri Ticari Olmayan Birliği "GLONASS/GNSS-Forumu"'], 'Analiticheskij otchet po itogam izsledovaniya sostoianiya i perspektiv razvitiya rynka navigacionnyh, svyazanyh i navigacionno-sviazannyh modulej, a takzhe ocenki vliyanniya na razvitie rossijskogo i mezhdunarodnogo rynka "Avtonet"' ['Navigasyon, Ağ ve Navigasyonel Ağ Modülleri Piyasasının Durumu ve Gelişim Perspektifleri Çalışmasının Bulguları Üzerine Analitik Rapor ve Rus ve Uluslararası "Otonet" Piyasasının Geliştirilmesinin Etki Değerlendirmesi'], sayfa 189.

KH-101 SEYİR FÜZESİ

Ukrayna'da önemli sayıda Kh-101 ALCM kullanılmıştır. Bu füzeler, demiryolu altyapısı[160] ve şehir merkezleri gibi çok sayıdaki çeşitli hedefe saldırı amacıyla kullanılmıştır.[161] Bu füzenin tasarımının 1980'lerden beridir tartışmalı olduğu ve hizmete alınmasının devlet fonu eksikliğinden dolayı yavaşladığı ve bu sebepten dolayı geliştirilmesinin 2000'lere sarkması dikkate değerdir.[162]

2012'de hizmete alınan bu füze, tek başına işlev görebilen uzun menzilli bir seyir füzesi olarak geliştirilmiş olup 2800 km'ye kadar menzilde yüksek patlayıcılar, parça tesirli patlayıcılar, tali mühimmatlar gibi geleneksel savaş başlıkları ve hatta 250 kt nükleer savaş başlığı taşıyabilmektedir. Uçaktan fırlatılan bu füze, ilk sürati kazanmak için yardımcı roket kullanımını gerektirmez ve bildirildiği kadarıyla 6000 metre irtifada Mach 0,58 hızında uçabilmektedir.[163] Buna ek olarak, bu füze 30-60 metre irtifada bulunan bir hedefe Mach 0,78 maksimum hızında uçabilmektedir.[164]

Bu füze üzerinde, uçuş sırasında navigasyonu gerçekleştirmek için bir dizi sistem ve sensörler kullanılmakta olup bunlara atalet, GLONASS ve GPS uydu verisi dahildir.[165] Bu bahsedilen sinyaller, 9M727 balistik füzesinde de kullanılmakta olan SN-99 (CH-99) birimi ile alınıp işlenmektedir. Elektro-optik düzeltme sistemi, arazi karşılaştırma güncellemelerini gerçekleştirmek için depolanmış bir arazi haritasını kullanır.[166] Terminal fazında Kh-101, bir TV görüntüleme kızıl ötesi arayıcı kullanır.[167]

160 Savunma Bakanlığı (@DefenceHQ), '(2/6) 5 Haziran'ın sabah erken saatlerinde büyük olasılıkla Batılı askeri ekipmanların ön cephedeki Ukrayna birimlerine tedarikini kesintiye uğratma girişimi olarak Rus Kh-101 havadan fırlatmalı seyir füzeleri Kiev'deki demiryolu altyapısını vurdu', Twitter, 6 Haziran 2022, <https://twitter.com/DefenceHQ/status/1533682058463268864>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

161 *NBC News*, 'Haftalar Sonrasında Rus Füzeleri Kiev'i Vurdu ve 2 Kişi Hayatını Kaybetti'.

162 Robin Hewson, 'Rusya'nın En Yeni Balistik Füzeleri Hakkında Detaylar Netleşiyor', *Jane's Defence Weekly*, Ekim 2007, <https://web.archive.org/web/20080225163154/http://www.janes.com/news/defence/systems/jdw/jdw071022_1_n.shtml>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

163 CSIS Füze Savunma Projesi, 'Kh-101 / Kh-102', 31 Temmuz 2021, <https://missilethreat.csis.org/missile/kh-101-kh-102/>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

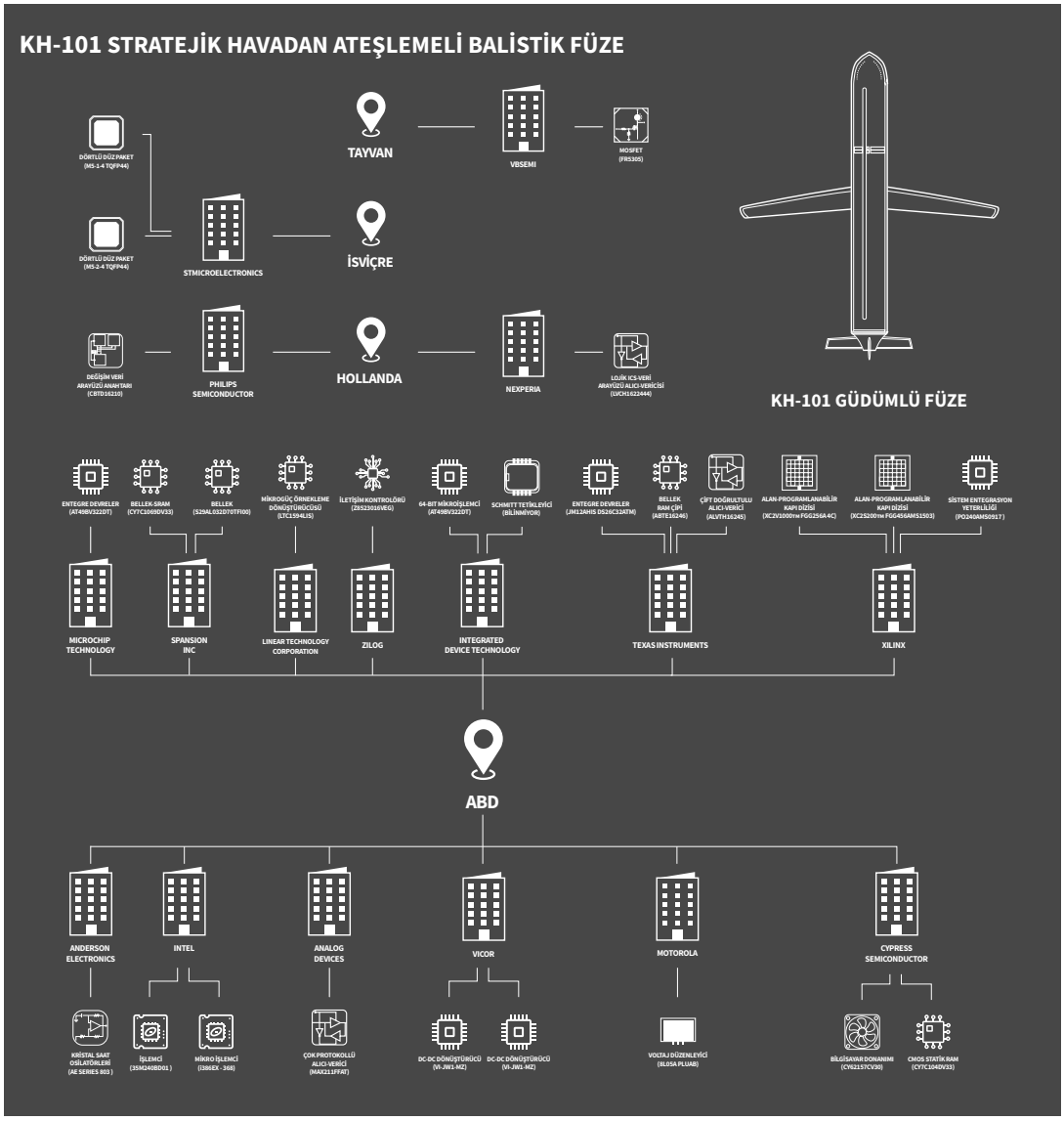
164 *Aynı yazıda*

165 *Aynı yazıda*

166 *Aynı yazıda*

167 *Aynı yazıda*

Şekil 20: Kh-101 içindeki Batı Menşeli Bileşenler



Kaynak: RUSI.

Bütün halde ele geçirilmiş bir Kh-101 sayesinde bu füzenin, uydu navigasyon sistemleri ve bir alıcı sistemi, bir işleme modülü ve bir bilgi işlem birimi gibi en az altı alt sisteme sahip olduğu belirlenmiştir. Tüm bu sistemler, yüksek sayıda Batı yapımı mikroelektronik bileşen içermektedir. Örneğin, BT33-202 işlemci modülünde ABD ve Hollanda merkezli bir dizi şirket tarafından üretilmiş en az bir düzine mikroelektronik bileşen mevcuttur; bunlara CMOS SRAM modülleri, FPGA'lar, RS-232'ler ve bus alıcı-vericiler dahildir. Texas Instruments tarafından üretilmiş olup dengeli ve dengesiz dijital veri iletimi yeterliliğinin yanı sıra düşük güç özelliklerine de sahip olan CMOS dörtlü diferansiyel hat alıcıları bunlar arasında göze çarpmaktadır. Bu bileşenin Texas Instruments tarafından ABD Mil-Std-883C spesifikasyonlarında üretildiği belirtilmektedir ancak bu ürün EAR99 sınıflandırmasına dahildir.[168]

168 Texas Instruments, 'DS26C32ATM/NOPB - CMOS Dörtlü Diferansiyel Hat Alıcıları', <https://www.ti.com/product/DS26C32AT/part-details/DS26C32ATM/NOPB>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

BÖLÜM 03

Açık Devre: Rusya'ya Bileşen Akışı

Yıllar boyunca artarak devam eden ve Rusya ordusunun kritik bileşenlere erişimini kesmek için tasarlanmış olan yaptırımlar ve ihracat kontrollerine rağmen bu bileşenlerin ülkeye nasıl girdiğine dair bir bilgi sağlaması bakımından Rusya'nın 2017 ila 2021 yılları arasındaki sevkiyat seviyesinde ticaret kayıtları ve ithalat beyannameleri önemli göstergeler içermektedir.[169]

Araştırma ekibi, bu kayıtları ve Altana Atlas adlı bir araç kullanarak muhtemelen Ukrayna'da kullanılan Rus silah platformlarında bulunan, Rusya tarafından ithal edilen yarıiletkenler ve yarıiletkenlerle ilgili girdilere dair milyarlarca harmonize ticaret kaydını taramadan geçirmiştir.[170]

Bu veri setindeki girdiler, akabinde Rusya'nın askeri–endüstriyel kompleksine bileşenlerin girişi için bir iletim hattı olarak hareket etmiş olabilecek aracı kuruluşlar bakımından kontrol edilmiştir. Bu süreç sayesinde ülkenin savunma endüstrisine yakın bağlantılara sahip onlarca askeri ithalatçı ve başka şirketler de tespit edilmiştir.

KÜRESEL BİR TEDARİK ZİNCİRİ: RUS YARI İLETKEN İTHALATLARI

Rusya, ticari, endüstriyel ve askeri sistemlerde kullanılan yarıiletkenler ve mikroelektronikler alanında büyük bir ithalatçıdır. Bu akışları daha iyi anlamak için araştırma ekibi, 2017-22 arasında Rus şirketlerinin mikroelektronikler ve mikroelektroniklerle ilişkili ürünlere karşılık gelen bir dizi HS kodunu kullanarak yaptığı tüm ithalat işlemlerini araştırmıştır.[171]

169 Altana Trade Atlas (Altana Ticaret Atlası) (https://altana.ai/atlas/) ve bir üçüncü taraf ticari veri sağlayıcı tarafından sağlanan ticaret verisi.

170 Altana Trade Atlas, <https://altana.ai/atlas/>.

171 HS Kodları veya Harmonize Sistem Kodları, uluslararası ticarette ürün kategorilerini belirtmek için kullanılan standartlaştırılmış kodlardır. HS Kodları, spesifik ürünleri değil, ürün kategorilerini belirtir. Altıncı haneye kadar bunlar uluslararası şekilde standartlaştırılmıştır – sonrasındaki haneler ise kendi kayıt tutma amaçlarına göre ülkeler tarafından ayrı ayrı modifiye edilmektedir. Örneğimize '854239' (elektronik entegre devreler ve parçaları), '854129' (monte edilmemiş çipler, zar ve yonga plakaları), '854110' (foto-duyarlı veya ışık yayan diyotlar hariç diyotlar), '854231' (bellekle, dönüştürücüyle, mantık devreleriyle, saat veya zamanlama devreleriyle veya başka devrelerle donatılmış olsun veya olmasın işlemciler ve kontrolcüler) ve '381800' (ister disk, ister plaka isterse de benzer başka şekillerde bulunan, elektronik alanında kullanım için katkılanmış kimyasal elemanlar) HS kodlarını dahil ettik.

03

Bu sorgu, bu zaman periyodu içerisinde Rusya'ya yaklaşık bir milyon yarıiletkenle ilgili ithalat işlemini ortaya koymaktadır.[172] Toplamda 5597 farklı şirket ithalatçı olarak görünmektedir. Bu şirketler arasında önemli ölçüde çeşitlilik gözlemlenmiştir. Büyük, çok girdili toptan ürün işleyicilerinden uzman elektronik üreticilerine ve Rusya askeri–endüstriyel kompleksine doğrudan ürün sağlamakta uzmanlaşmış, firmalar arası ticaret gerçekleştiren Batılı çok uluslu şirketlerin yerel iş ortaklarına kadar büyük bir çeşitlilik söz konusudur. Altana Atlas, basit masa üstü bilgisayarlar için yarıiletkenlerden Ukrayna'daki savaş sahalarında bulunan belirli tipteki, yüksek seviyede uzmanlık ürünü bileşenlere kadar, her türlü işlemleri göstermiştir.[173]

Beklendiği gibi, toplam işlem sayısı bakımından ilk sıradaki ithalatçılar, genellikle dünya genelinden geniş çeşitlilikte elektronik bileşen ithal eden toptan ithalatçılar olmuştur.

Şekil 21: İlk Sıradaki Rus İthalatçıları

İTHAL EDEN	YARIİLETKENLE İLİŞKİLİ İŞLEM SAYISI	
OOO BELIV	100,313	ALMANYA – 8,544 MALEZYA – 7,403 ÇİN – 7,213 FİLİPİNLER – 4,037 ABD – 3,880
KOMPONENT	34,252	ABD – 12,884 MALEZYA – 3,088 ÇİN – 2,732 HONG KONG SAR – 1,943 TAYLAND – 1,850
BALTELEKTRON	32,377	ABD – 9,025 BİRLEŞİK KRALLIK – 5,357 HONG KONG SAR – 3,931 ÇİN – 2,635 MALEZYA – 2,449
WEST-OST	29,115	ALMANYA – 6,018 HONG KONG SAR – 4,830 ÇİN – 4,763 MALEZYA – 2,085 TAYVAN – 1,389
SPETSVOLTAZH	28,843	ÇİN – 6,576 FİNLANDİYA – 5,637 ABD – 3,449 MALEZYA – 2,654 TAYVAN – 2,241

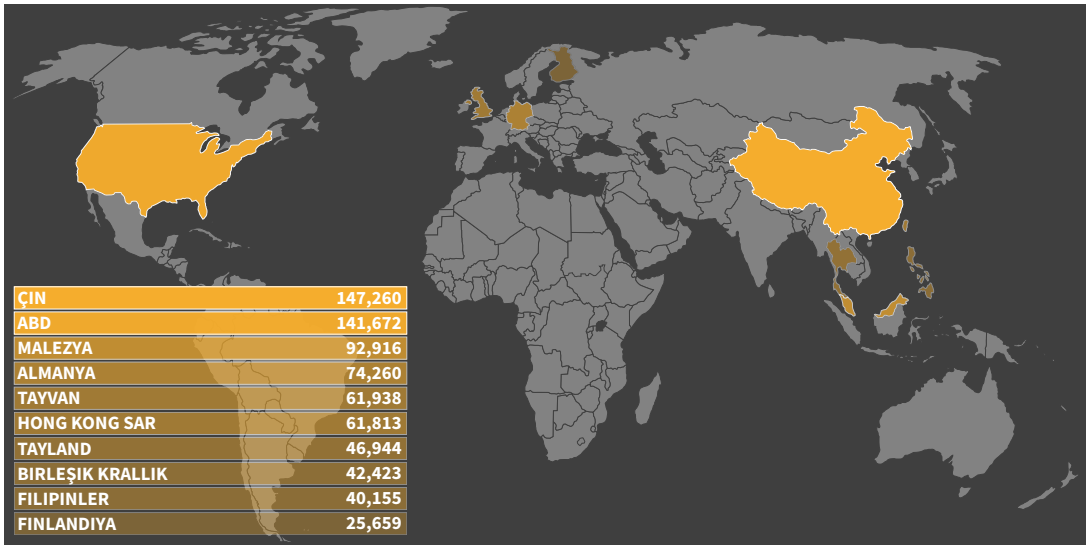
Kaynaklar: Altana Atlas; RUSI.

172 Altana Trade Atlas.

173 *Aynı yazıda*

Elektronik ürünler, çok çeşitli ülkeler ve yargı alanlarından tedarik edilmiştir. Çin, ABD, Almanya, Tayvan, Hong Kong ve Birleşik Krallık gibi önde gelen yarı iletken ihracat yargı alanları ilk on tedarikçi bölge arasında yer alıyor olsa da önemli hacimde işlem, kurulu entegre devrelerin müşterilere ve distribütörlere gönderilmeden önce test edildiği, bir dizi çok uluslu yarı iletken üreticisinin üretim tesisleri ve diğer tesislerinin bulunduğu Malezya ve Tayland gibi ülkelerden gelmiştir.[174]

Şekil 22: Rusya'ya Yarıiletken ve Mikroelektronik İhracatı Yapan İlk 10 Ülke



Kaynaklar: Altana Atlas; RUSI.

Ancak, daha yakından incelendiğinde, özellikle de güçlü bir yarı iletken ve elektronik endüstrisine sahip olmayan ülkelerden yapılan bu işlemlerden bazılarının muhtemelen üreticiler tarafından yapılan gönderileri temsil etmediğine işaret etmektedir. Genellikle bu türde işlemler için iki açıklama mevcuttur: iade gönderileri ve aktarmalar.

İade gönderileri genellikle işlemin taraflarının niteliğini incelemek suretiyle belirlenebilmektedir. Örneğin, Altana Atlas, bu incelenen zaman dilimi içerisinde Cezayir'den Rusya'ya yarı iletkenlerle ilgili ürünlere dair çeşitli işlemler yapıldığını göstermektedir. Ancak detaylı işlem verileri tüm bu gönderilerin, Cezayir Savunma Bakanlığı'ndan 'PAO Kompaniya Sukhoi' ve 'PAO Kompaniya Irkut' isimli iyi bilinen iki Rus savunma yüklenicisine giden, ışık yaymayan diyot ve entegre devreleri için olduğunu göstermektedir.[175]

Cezayir ordusu, bu iki şirketin ürettiği savunma sistemlerini kullandığından,[176] bu işlemlerin Cezayir Savunma Bakanlığı tarafından üretilen bitirilmiş mikroelektroniklerle ile ilgili değil; arızalı, fazla veya başka bir şekilde ihtiyaç duyulmayan bileşenler olma ihtimali çok daha büyüktür. Benzer dinamikler, güçlü elektronik üretim endüstrilerine sahip olmamakla birlikte Rusya'ya gönderi yapan ülkelerdeki şirketler için de gözlemlenmiştir.

Üçüncü ülkeler yoluyla aktarma yapılması daha

174 *Aynı yazıda*

175 Sukhoi, iyi bilinen bir askeri marka olup yakın zamanlarda United Aircraft Corporation ile birleşmiştir ve 24 Şubat 2022'de Birleşik Krallık tarafından yaptırıma tabi tutulmuştur. Bkz. Dışişleri, Milletler Topluluğu ve Kalkınma Ofisi, 'Dışişleri Bakanlığı, Azami Ölçüde ve En Uzun Süreyle Hissedilecek Acı Çektirmek İçin Rusya'ya Birleşik Krallık'ın En Ağır Yaptırımlarını Uyguladı', basın bülteni, 24 Şubat 2022, <https://www.gov.uk/government/news/foreign-secretary-imposes-uks-most-punishing-sanctions-to-inflict-maximum-and-lasting-pain-on-russia>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir. Kompaniya Irkut şirketinin pek çok bağlı şirketi ve iştiraki, ABD Hazinesinin yaptırım uygulanan şirketler listesinde yer aldı. Bkz. ABD Hazine Bakanlığı, 'Rusya İle İlişkili Yaptırım Belirlemeler ve Güncellemeler; Rusya İle İlgili Genel Lisansların Düzenlenmesi ve İlgili Sıkça Sorulan Sorular', basın bülteni, 28 Haziran 2022, <https://home.treasury.gov/policy-issues/financial-sanctions/recent-actions/20220628>, 21 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

176 *Times Aerospace*, 'Cezayir, Rusya'dan 14 SU-57 Savaş Uçağı Alacak', <https://www.timesaerospace.aero/news/defence/algeria-to-get-14-su-57-fighters-from-russia>, 10 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

önemli ama daha zor bir durumdur. Üçüncü taraf mikroelektronik distribütörleri ve toptancıları genellikle Hong Kong gibi aracı yargı alanlarında faaliyet gösterir, yani Rusya'ya giden bileşenler zaman zaman Rusya'nın dışında mukim ticari kuruluşlar vasıtasıyla, yasal yollardan sağlanmaktadır. Ancak üçüncü ülkeler de genellikle hassas ve kontrol altındaki ürünlerle ilgili gerçek ihracatçıyı veya nihai kullanıcıyı gizlemenin yollarını arayan tedarik ajansları tarafından çoğunlukla istismar edilmektedir.[177] Rusya'nın gizli satın alma ağları ve bunlar adına hareket edenler genellikle operasyonlarını büyük mikroelektronik ticaret endüstrilerine ve daha gevşek kontrollere sahip yargı alanlarında yürütmeyi tercih etmektedir. Örneğin, OFAC 28 Haziran 2022 gibi yakın bir tarihte üç kişiyi ve EMC Sud Limited isimli, Hong Kong merkezli bir şirketi, FSB ile bağlantılı gizli bir satın alma ağının bir parçası oldukları gerekçesiyle yaptırıma tabi tutmuştur. Bu kişilerden birisi olan eski FSB ajanı Alexander Kokorev'in, ABD'den, Japonya'dan ve Avrupa'dan Rusya'nın savunma endüstriyel altyapısına fayda sağlayacak elektronik ürünleri gizli bir şekilde satın aldığı iddia edilmektedir.[178]

Aktarma yollarının tespiti zor bir iştir çünkü menşe ülkesinden hareket eden, bir aktarma ülkesinden geçen ve sonuçta hedef ülkesine ulaşan ürünlerin çok kademeli görünürlüğe sahip olmasını gerektirir. Görülmesi zor olsa da Altana Atlas gibi araçlar, potansiyel aktarma durumlarını görmek için çok aşamalı değer zincirlerinde bir miktar görünürlük sağlayabilir.

Örneğin, Yeni Delhi, Hindistan'da bulunan SP Semiconductors Private Limited, 9 Haziran 2021'de Infineon-markalı entegre devreleri King-Pai Technology (HK) Co Ltd şirketine (金派科技(香港)有限公司) göndermiştir. Daha sonra aynı ay içinde King-Pai, benzer ürün açıklamaları altında birden çok gönderiyi askeri-endüstriyel alanda aktif çeşitli Rus şirketlerine iletmiştir. Bunlar arasında ABD Hazinesi tarafından ilk defa 2021'de yaptırıma tabi tutulan Trade-Component[179] ve Radiant Electronic Components [180] ve 2022'de ilk defa yaptırıma tabi tutulan Radioavtomatika da bulunmaktadır.[181] Tüm bu şirketlerin geçmişte Rus ordusuna mikroelektronikler sağladığı belgelenmiştir.[182] King-Pai Technology, Rusya'nın askeri ve savunma endüstrisine destek sağladığı gerekçesiyle Haziran 2022'nin sonuna doğru BIS'nin Kuruluş Listesi'ne eklenmiştir.[183] Hong Kong ticaret sicili kayıtlarında şirketin tek direktörü ve pay sahibi olarak Yao Jinbiao (姚金标) isimli bir Çin vatandaşı görülmektedir. Şirketin web sitesinin arşivlenmiş bir sürümü, şirketin Moskova, Rusya'da ve Ho Chi Minh City, Vietnam'da yurt dışı ofisleri işlettiğini belirtmektedir.[184]

Yao Jinbiao, ayrıca 'Kingpai' ismini kullanarak başka bir Hong Kong şirketini de işlettiği görülmektedir; bunlardan birisi doğrudan – Kingpai Technology International Co Ltd (金派科技國際有限公司) – şirketiyken, benzer bir isme sahip olan Kingpai Technology Group Co Ltd (金派科技集團有限公司) ise Yao ile aynı soyadı taşıyan bir başkası tarafından işletilmektedir.[185]

177 Daniel Salisbury, 'Yayılma Ağlarında "Üçüncü Ülkelerin" Kullanımının Keşfi: Malezya Örneğinin İncelenmesi', *European Journal of International Security (Avrupa Uluslararası Güvenlik Dergisi)* (Hac. 4, No. 1, Şubat 2019).

178 ABD Hazine Bakanlığı, 'ABD Hazinesi, Putin'in Savaş Makinesindeki Yaklaşık 100 Hedefi Yaptırım Kapsamına Aldı, Rus Altın İthalatını Yasakladı, 28 Haziran 2022, <https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0838>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

179 Altana Trade Atlas, <https://altana.ai/atlas/>.

180 ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Kuruluş Listesine Eklenen Belirli Kuruluşlar; Kuruluş Listesindeki Mevcut Girişlerin Revizyonu; Doğrulanmamış Kuruluşlar Listesinden Kuruluş Çıkarma ve Askeri Nihai Kullanıcı (MEU) Listesine Kuruluş Ekleme', 12 Temmuz 2021, <https://www.federalregister.gov/documents/2021/07/12/2021-14656/addition-of-certain-entities-to-the-entity-list-revision-of-existing-entry-on-the-entity-list>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

181 ABD Hazine Bakanlığı, ''Rusya İle İlgili Belirlemeler; Rusya İle İlgili Genel Lisans Düzenlemesi', basın bülteni, 3 Mart 2022, <https://home.treasury.gov/policy-issues/financial-sanctions/recent-actions/20220303>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

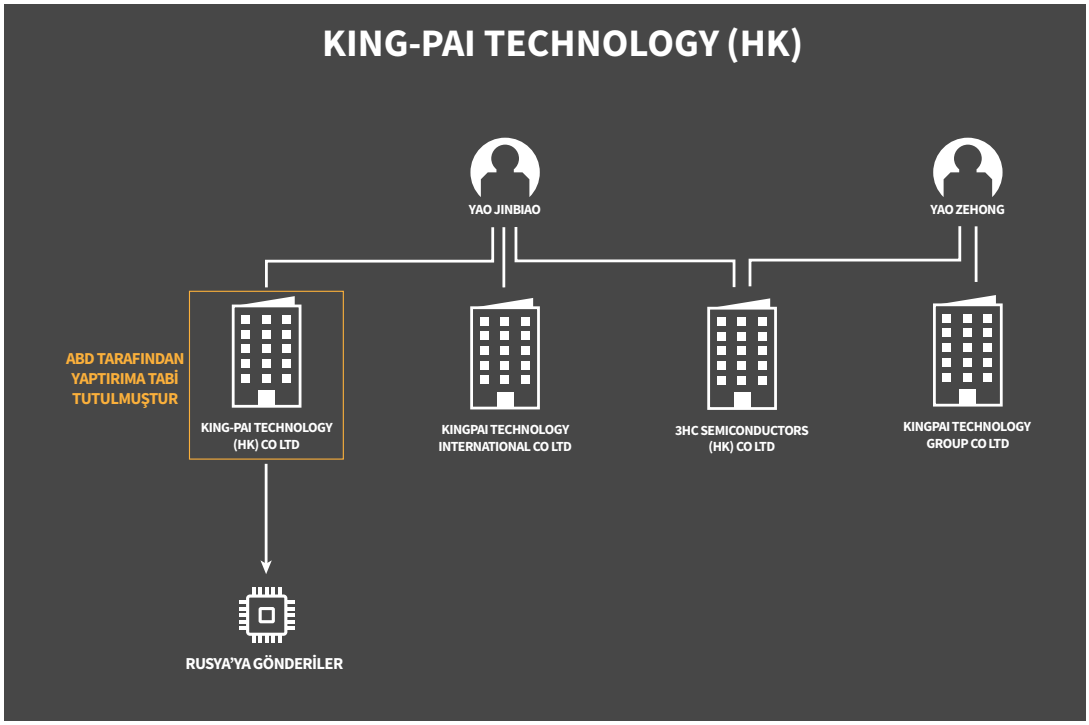
182 Alexandra Alper, 'ABD, Beş Çinli Firmayı Rus Ordusunu Desteklemekle Suçladı', *Reuters*, 29 Haziran 2022.

183 ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Ek No. 4'ten 744'e – KURULUŞ LİSTESİ', 28 Temmuz 2022, <https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/regulations-docs/2326-supplement-no-4-to-part-744-entity-list-4/file>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

184 King-Pai Technology (HK), 'Bizimle İletişime Geçin', <https://www.king-pai.com/contact.asp>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

185 Hong Kong Şirketler Sicili, <www.icris.cr.gov.hk> üzerinden görüntülenebilir.

Şekil 23: King-Pai Ağının Şirketleri



Kaynaklar: ABD Endüstri ve Güvenlik Bürosu; Hong Kong Şirketler Sicili; Qichacha; Altana Trade Atlas; RUSI.

Yao Jinbiao ile ilgili yapılan bir yönetici araması, bu kişinin, Shenzhen'de faaliyet yürüten ve merkezinde 3HC Semiconductors Co Ltd (深圳市三合成科技有限公司) adlı şirketin bulunduğu, mikroelektronik satış faaliyetleri ile uğraşan bir şirketler ağını işlettiği görülmektedir.[186] Altana Atlas'a göre 3HC'nin ihracat geçmişi, büyük ölçüde King-Pai'ninkini yansıtır ve Radioavtomatika ve Trade-Component gibi yaptırıma tabi kuruluşlara mikroelektronikler alanında yapılan çeşitli işlemler ticaret kayıtlarında görülmektedir.[187]

SAVAŞ SAHASINDA ODAKLANMA

Savaş sahasında Rus silah sistemlerinde bulunan belirli ürün ve bileşenlerin sevkiyatlarına daha yakından göz atmak da mümkündür.

Araştırma ekibi, doğrudan sökülen Rus silah sistemlerinden alınan 204 spesifik yarıiletken seri numarasını içeren tüm işlemleri aramak için Altana Atlas'ı kullanmıştır. Bu arama toplamda 2744 gönderiyi Rusya'daki 286 benzersiz alıcıyla eşleşmiştir.[188]

Çoğu yarı iletkenin birden fazla uygulaması mevcuttur, yani bir Rus silah sisteminde bulunmuş belirli bir türden yarıiletkeni içeren bir gönderinin ilk olarak sivil kullanım amacıyla yapılmış olması muhtemeldir. Bu gönderilerden bazıları büyük olasılıkla aynı zamanda Rus silahlarında da kullanılan türden yarıiletkenlerin iyi amaçlı kullanımlarını temsil etmektedir. Altana Atlas'ın, Batılı şirketlerin Rus iştiraklerine yarıiletkenler gönderdiği, birçok şirket içi ticareti göstermektedir. Bu durumlarda orduya bilinçli şekilde yönlendirme yapılma olasılığı düşüktür.[189]

Ancak diğer ithalatçılar yüksek risk içermektedir. Örneğin, orduya tedarik konusunda uzun bir geçmişe sahip bir şirket olan ZAO Radiotekhkomplekt'in (RTKT); TE Connectivity, Microchip Technology ve Analog Devices'in iştiraki Linear Technology ve çok sayıdaki diğer

186 Qichacha [企查查], '3hc Semiconductors Co.,limited' ['深圳市三合成科技有限公司'], <https://www.qcc.com/firm/535b9127d06edbbba894ca64b6ae41b6.html>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

187 Altana Trade Atlas, <https://altana.ai/atlas/>.

188 *Aynı yazıda*

189 *Aynı yazıda*

üreticinin ürünleri de dahil Rus silahlarında bulunan aynı türden yarıiletkenlerin satın alıcısı olduğu veri tabanında görülmektedir.[190] 1997'de kurulmuş olan bu şirket, bir dizi Rus kuruluşuna, araştırma enstitüsüne ve tasarım bürosuna elektronik bileşenler tedarik etmektedir.[191] RTKT web sitesinin arşivlenmiş bir sürümü, şirketin 2000 yılından bu yana orduya belirli türlerde elektronik bileşenleri sağlamak için onaylı olduğunu[192] ve ABD'nin yaptırımlı şirketler listesindeki [193] Rus helikopter üreticisi Kumertau Aviation Production Enterprise'ın (AKA AO KUMAPP) en azından 2020'ye kadar müşterilerinden biri olduğunu belirtmektedir.[194]Sayfa, ayrıca RTKT'nin; [195]ürünleri sıklıkla Rus silah sistemlerinde bulunan Texas Instruments, Cypress Semiconductor, Golledge ve benzeri diğer bir dizi Batılı teknoloji şirketinin tedarikçisi olarak hareket ettiğini de belirtmektedir.

Bu arada, Rosoboronexport ve Uralvagonzavod dahil Ukrayna'da savaş sahasında ele geçirilmiş belirli bileşenlerin alıcıları olan çeşitli başka şirketler halihazırda bir dizi Batılı yaptırıma tabi tutulmaktadır.[196]

YAPTIRIMA TABİ KURULUŞLARI İZLEME

Savaş sahasındaki varlıkları kanıtlanmış olan yarıiletkenlere ek olarak, Rus ordusu adına teknoloji transferine dahil olmuş ve bu yüzden ABD ve müttefikleri tarafından açıkça yaptırıma tabi tutulmuş kuruluşlara uzanan tedarik zincirlerini de takip edebiliriz. Bu yaptırımların çoğu yakın zamanlarda uygulandığından Altana Atlas'ta gösterilen işlemler gerçekleştirildikleri sırada yasa dışı olmayabilirler. Ancak, bir işlem gerçekleştirildiği sırada yasal olsa da bu şirketlerin ticari aktiviteleri, kendi tedarik ağlarının niteliği hakkında bazı fikirler sunabilir.

Rusya'ya mikroelektronik ithalatı yapan 5597 şirketten oluşan orijinal örneğe geri dönersek, araştırma ekibi, doğrudan ABD yaptırımlarına ve uluslararası yaptırımlara tabi olan veya ihracat kontrol listelerinde görünen ya da %50'si bu tür şirketlere ait olan (ve bu sebeple yasalar gereğince yaptırıma tabi olan) 40'ın üzerinde şirketin kaydını bulmuştur.[197]

Bu örnek içerisinden yarıiletkenlerle ilişkili ithalatlar alan, yaptırıma tabi tutulan taraflar arasında Rus ordusuna elektronik ürün satın aldıkları için yaptırım uygulanan Npo Elektronnye Sistemy, Radioavtomatika, Publichnoe Aktsionernoe Obshchestvo Oplot dahil başka birçok şirket bulunmaktadır. Altana Atlas'a göre, doğrudan veya yasalar tarafından yaptırıma tabi tutulan şirketlerle işlemler Eylül 2021 gibi yakın tarihlere kadar devam etmiştir ki bu durum, karşı tarafların potansiyel yaptırım ihlallerine ya da gerekli özeni göstermediklerine işaret etmektedir.[198]

190 *Aynı yazıda*

191 Radiotekhkomplekt, 'Ana Sayfa', <http://web.archive.org/web/20161219070553/https://www.rtkt.ru/eng/>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

192 ABD Hazine Bakanlığı, 'ABD Hazinesi Rusya'nın Savunma-Endüstri Altyapısına, Rus Duma'sı ve Üyelerine ve Siberbank CEO'suna Yaptırım Uyguladı', basın bülteni, 24 Mart 2022, <https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0677>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

193 Radiotekhkomplekt, 'Hakkında'.

194 *Aynı yazıda*

195 Radiotekhkomplekt, 'İmalatçılar', <https://www.rtkt.ru/eng/manufacturers/>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

196 ABD Hazine Bakanlığı, 'Ukrayna-/Rusya İle İlişkili Belirlemeler ve Tanımlama Güncellemesi; Suriye ile İlişkili Belirlemeler; Kingpin Yasası Belirlemeleri; Ukrayna-/Rusya İle İlişkili Genel Lisanslar 12 ve 13'ün Düzenlemesi; Yeni SSS'ların Yayınlanması ve Güncellenmiş SSS'lar', basın bülteni, 6 Nisan 2018, <https://home.treasury.gov/policy-issues/financial-sanctions/recent-actions/20180406>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

197 ABD Hazine Bakanlığı, 'Özel Olarak Belirlenmiş Vatandaşlar ve Bloke Edilmiş Kişiler Listesi (SDN) Okunabilir Listeler', 28 Haziran 2022, <https://home.treasury.gov/policy-issues/financial-sanctions/specially-designated-nationals-and-blocked-persons-list-sdn-human-readable-lists>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

198 Altana Trade Atlas, <https://altana.ai/atlas/>.

Belirli bir şirketin ithalat geçmişini daha detaylı bir şekilde incelemek suretiyle bir kuruluşun bu ürünlerin Rus askeri sistemlerine girişi sürecinde nasıl bir iletim hattı görevi üstlendiğini anlamaya başlayabiliriz. Örnek olarak Altana Atlas; PAO Mikron ve ABD, Birleşik Krallık, Almanya, Hollanda ve Tayvan dahil 33 ülke ve yargı alanından 148 farklı gönderici arasında 2500'den fazla bireysel ticaret işlemini açığa çıkarmaktadır. Daha önceden de belirtildiği üzere Mikron, Sovyetler Birliği'nde entegre devrelerin önemli üreticilerinden biriydi ve kendisini halen daha Rusya'nın önde gelen mikroelektronik üreticisi ve ihracatçısı olarak pazarlamaktadır.[199]Bildirildiğine göre şirket 2016 yılında Rus uzay araçlarına yönelik elektronik bileşenler üretmek için yüklenici olarak seçilmiştir.[200] Mikron'a, Rusya'nın Ukrayna'yı işgali ile ilişkili olarak ABD Hazinesi tarafından yaptırım uygulanmaktadır.[201]

Referans verilen 2500 işlemin neredeyse tamamı yarıiletkenlerle ilişkili imalat ekipmanı veya bileşenleri ile ilgilidir. Buna Mikron ile ASML tarafından üretilen ve entegre devrelerin üretimi için tasarlanan Twinscan XT:1060k litografi lazer sistemi içerisinde bulunan lazer ekipmanları için gerçekleştirilen bir işlem de dahildir.[202] Birleşik Krallık'tan bir şirket tarafından gerçekleştirilen bir başka işlemin referansında 'Silikon, katkılanmış, temizlenmiş, tek kristal, plakalar halinde, parlatılmış, mikroelektroniklerde kullanım için' yazmaktaydı.[203] Bu işlemlerin gerçekleştirildikleri sırada yaptırımları ihlal edip etmediği tartışmaya açıktı ancak Rus askeri–endüstriyel kompleksine ve sonuç olarak Ukrayna'daki savaş sahalarına muhtemel sızıntı olasılığına dair şüphe uyandırmaktadırlar.

HONG KONG ÇİP MAĞAZALARI

BIS, Haziran 2022'de Rusya'nın askeri ve savunma endüstriyel altyapısını destekledikleri için Kuruluş Listesine Rus asıllı olmayan çeşitli şirketler ekleyerek[204] EAR99 sınıfı ürünlerin ABD'den ithalatını ve yeniden ithalatını yapmalarını engellemiştir.

Bu şirketler arasında, Hong Kong merkezli bir şirket olan Sinno Electronics Co Ltd (信諾電子科技有限公司; Diğer adı Xinnuo Electronic Technology olan) de bulunur. Şirket, Hong Kong'daki çeşitli adreslerde [205] ve Çin ana karasında Shenzhen'de faaliyet göstermektedir.[206] Bu şirket, Peng Minbo (敏波; Diğer adı Betty Peng olan), Lin Qing (林青; Diğer adı Becky Lin olan), ve Hong Junxu (洪俊旭; Diğer adı Billy Hong olan; Diğer adı 阿旭 olan) isimli üç Çin vatandaşına aittir ve bunlar tarafından yönetilmektedir.[207]

199 Mezhdunarodnyj Ob'yedinnenyj Biographicheskij Centr [Uluslararası Birleşik Biyografi Merkezi], 'Nacional'noe dostoyaniye, OAO "NIIME i Mikron"' ['Ulusal Hazine, OJSC "NIIME ve Mikron"'], <http://www.biograph.ru/index.php/nationdestiny/5269-mikron>, 25 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir; Mikron, 'Mikron Tarihçesi', <https://en.mikron.ru/company/history/>, 30 Haziran 2022 tarihinde erişilmiştir; Mikron, <https://en.mikron.ru/>, 30 Haziran 2022 tarihinde erişilmiştir.

200 *Zelenograd Infoportal*, '"Mikron" zaimetsya proizvodstvom elementov noveyshey sistemy upravleniya dlya raket-nositelej' ['"Mikron", En Yeni Uzay Cihazının Kontrol Sisteminin Elemanlarının Üretimini Üstlenecek'], 7 Aralık 2016, <https://www.netall.ru/society/news/983044.html>, 25 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

201 ABD Hazine Bakanlığı, 'Hazine, Yaptırım İhlal Ağlarını ve Putin'in Savaşını Mümkün Kılan Teknoloji Şirketlerini Hedef Alıyor', 31 Mart 2022, <https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0692>, 27 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

202 Altana Trade Atlas, <https://altana.ai/atlas/>.

203 *Aynı yazıda*

204 ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Ek Kuruluşlar, Kuruluş Revizyonu ve Düzeltmesi ve Kuruluşların Kuruluş Listesinden Çıkarılması', 30 Haziran 2022, <https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/federal-register-notices-1/3043-public-display-version-of-entity-list-rule-on-public-display-and-effetive-6-28-22-scheduled/file>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

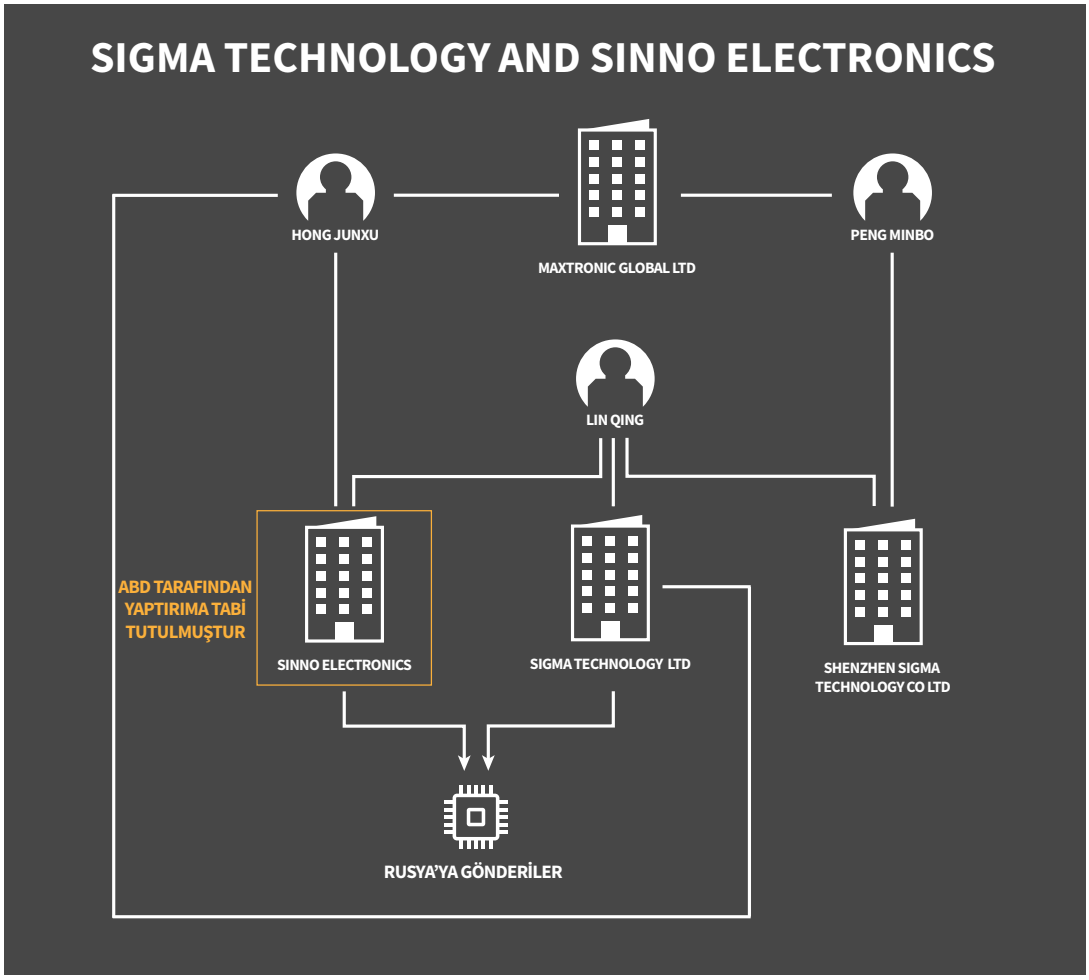
205 Sinno Electronics, 'Bizimle İrtibata Geçin', <http://www.sinnoelec.com/contact.aspx>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

206 ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik Bürosu, 'Federal Kayıt / Hac. 87, No. 125', 30 Haziran 2022, <https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/regulations-docs/federal-register-notices/federal-register-2022/3053-87-fr-38920-entity-list-rule-effective-6-28-22-published-6-30-22/file>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

207 Hong Kong Şirketler Sicili, <www.icris.cr.gov.hk>.

Sinno, mağaza vitrinleri ve [208] Analog Devices, Texas Instruments ve diğer birçok üreticinin ürünlerinin reklamının yapıldığı, sadece İngilizce dilindeki web sitesiyle [209] geniş bir çevrim içi varlığa sahiptir.[210] Şirket, en az 2013 yılından itibaren ev en son 2012'de olmak üzere Moskova'daki ExpoElectronica fuarına katılmıştır [211].[212] 2020 yılında, Koronavirüs pandemisi sırasında 'Yüksek teknolojilerde Rus-Çin işbirliği' üzerine bir web seminerinin sponsorluğunu da yapmıştır.[213]

Şekil 24: Sinno ve Sigma Ağı



Kaynaklar: ABD Endüstri ve Güvenlik Bürosu; Hong Kong Şirketler Sicili; Qichacha; Altana Trade Atlas; RUSI.

208 Hong Kong Inventory, 'Sinno Electronics Co., Limited', <http://hksinno.hkinventory.com/Shop/Page_CompanyProfile.asp>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

209 Sinno Electronics, 'Ana sayfa', <http://www.sinnoelec.com/index.aspx>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

210 Sinno Electronics, 'Ürünler', <http://www.sinnoelec.com/product.aspx>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

211 Hong Kong Inventory, 'Expo Electronica Nisan 10-12, 2013 Moskova', <https://www.hkinventory.com/public/UpcomingEventDetail.asp?id=173>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

212 ExpoElectronica, 'ExpoElectronica ve ElectronTechExpo Canlı Etkileşimli Bir Ortamda Lider Üreticileri, Tedarikçileri ve Müşterileri Bir Araya Getirecek', basın bülteni, 6 Nisan 2021, <https://expoelectronica.ru/Articles/press-release-en-ee-2021>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

213 ExpoElectronica, 'Rus-Çin İş Birliği', <https://expoelectronica.ru/Page/russia-china-forum>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

Sinno Electronics'in çevrim içi mağaza vitrini, bileşenlerinin güncel bir envanterini sağlamaktadır.[214] Mevcut 43 bileşenden 20'si, BIS tarafından ihracat kontrollü olarak listelenmiştir. Bu kontrollü bileşenlerin çoğunun, NXP, Texas Instruments ve STMicroelectronics gibi büyük mikroelektronik üreticileri tarafından üretilmiş olması kayda değerdir. Aslına bakılıra, STMicroelectronics tarafından üretilen bu bileşenlerden birisi STM32F103VCT6 mikrodenetleyicidir ki bu,[215] Rus Ordusu tarafından Ukrayna'da kullanılmış olan bir Orlan-10 İHA'sından çıkarılan bir bileşenle tam olarak aynı modeldir.

Ticaret kayıtları ve ithalat beyannameleri, 2017 ila 2021 arasında Sinno'nun yüksek hacimde yarıiletken ve mikroelektroniği çeşitli Rus şirketlerine ihraç ettiğini göstermektedir.[216] Bunlardan biri olan Moskova merkezli OOO Trade-Component, ABD menşeli elektronik bileşenleri büyük olasılıkla Rusya'nın askeri programlarına iletmek için satın alma aktivitelerine dahil olduğu' iddialarıyla ABD hükümeti tarafından 12 Temmuz 2021 tarihinde yaptırıma tabi tutulmuştur.[217]

Sinno'nun OOO Trade-Component'e gönderileri, en son 100.000 $ değerindeki Analog Devices markalı elektronik entegre devreler Moskova'ya bu Hong Kong'lu satıcı tarafından gönderildiği zaman, Haziran 2021'de durmuş görünmektedir.[218]

Ancak, Hong Kong ticaret sicil kayıtları, Becky Lin ve Billy Hong'un, Rusya'ya büyük hacimlerde mikroelektronikler ve ilgili ürünler gönderen, Sigma Technology Limited (希舸電子技術有限公司)[219] adlı, yerel olarak kayıtlı başka bir şirketinin olduğunu da ortaya koymaktadır.[220] Nisan 2018 ila Haziran 2021 arasındaki ticaret kayıtlarına göre şirket, Rusya'ya 3 milyon doların üzerinde değere sahip ürün göndermiştir ki bu rakam, aynı zaman diliminde kardeş şirket Sinno Electronics tarafından Rusya'ya gönderilen ürünlerin değerinden yedi katından daha fazladır.[221]

Rusya'nın 2014'te Kırım'ı işgalinden yalnızca iki ay sonra kurulan[222] Sigma Technology, yalnızca küçük sayıda müşteriye ürün tedariki sağlamış görünmektedir. Bunlardan birisi, yukarıda bahsi geçen RTKT'dir ve Sigma'dan Şubat 2017 ila Aralık 2021 tarihleri arasında yüzlerce mikroelektronik sevkiyatını teslim almıştır.[223]Sinno Electronics'in ticaret kayıtlarında STMicroelectronics markalı herhangi bir bileşenin Rusya'ya sevkiyatı rapor edilmemişken Sigma'nın, aynı zaman dilimi içerisinde RTKT'ye bu markadan bileşenler içeren en az 35 sevkiyat yapmış olması kayda değerdir.[224]

Sigma'nın, aralarında yaptırıma tabi olan (ve sonuç olarak Rostec'e ait) Concern Radio-Electronic Technologies'in (Concern Radioelektronnye technologii veya 'CRET')'in bir parçasını oluşturan AO Radiopriborsnab'ın da[225] bulunduğu diğer askeri tedarikçilere de mikroelektronikler sevk etmiş olması kayda değer bir husustur.

214 Hong Kong Inventory, 'Sinno Electronics Co., Limited', <http://hksinno.hkinventory.com/Shop/Page_Inventory.asp>, 22 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

215 *Aynı yazıda*

216 Ticaret verisi, üçüncü taraf ticari sağlayıcı tarafından sağlanmıştır.

217 ABD Ticaret Bakanlığı, Endüstri ve Güvenlik 'Federal Kayıt Bürosu, 'Kuruluş Listesine Eklenen Belirli Kuruluşlar; Kuruluş Listesindeki Mevcut Girişlerin Revizyonu; Doğrulanmamış Kuruluşlar Listesinden Kuruluş Çıkarma ve Askeri Nihai Kullanıcı (MEU) Listesine Kuruluş Ekleme', Federal Kayıt, 12 Temmuz 2021, <https://www.federalregister.gov/documents/2021/07/12/2021-14656/addition-of-certain-entities-to-the-entity-list-revision-of-existing-entry-on-the-entity-list>, 10 Temmuz 2022 tarihinde erişilmiştir.

218 Ticaret verisi, üçüncü taraf ticari sağlayıcı tarafından sağlanmıştır.

219 Hong Kong Şirketler Sicili, <www.icris.cr.gov.hk>.

220 Ticaret verisi, üçüncü taraf ticari sağlayıcı tarafından sağlanmıştır.

221 *Aynı yazıda*

222 Hong Kong Şirketler Sicili, <www.icris.cr.gov.hk>.

223 Ticaret verisi, üçüncü taraf ticari sağlayıcı tarafından sağlanmıştır.

224 *Aynı yazıda*

225 Altana Trade Atlas, <https://altana.ai/atlas/>.

Sonuç

Rusya'nın Ukrayna'yı işgali ve uluslararası yaptırımların uygulanması sonrasında Rusya Başkanlık İdaresi, Rus savunma endüstrisinin kritik askeri sistemlerin üretimini nasıl sürdürebileceğini incelemek için bir komite kurmuştur. Rus Bilimler Akademisinin çeşitli laboratuvarları ve devlete ait büyük askeri kuruluşlar, bu bileşenleri Rusya'da üretip üretemeyeceklerini, şu anda yaptırıma tabi olan bileşenleri tedarik zincirlerinin halen işler vaziyette olduğu ülkelerden alternatif bileşenlerle değiştirip değiştiremeyeceklerini veya yaptırımların ihlal edilmesinin gerekli olup olmayacağını değerlendirmeleri için görevlendirilmiştir. Bu çalışmaların sonuçları pek de cesaretlendirici değildi. Rus silahlarında yabancı kaynaklı bileşenlerin kullanılabilmesi için söz konusu silah üreticisinin Rusya Savunma Bakanlığına bu spesifik bileşenin neden kullanılması gerektiğine dair açıklama sunması gerekmektedir. Üretici, söz konusu ürünün neden Rusya'da ekonomik olarak hazırlanamayacağını, neden dost bir ülkeden alternatif bir bileşenin bunun yerine kullanılamayacağını ve bileşenin kullanımının, cihazın güvenliğinde neden açık oluşturmadığını açıklamak zorundadır. Askeri iletişim sistemleri için spesifik mimari, Rus şifrelemesinin güvenliğini sağlamaktan sorumlu olan FSB tarafından da onaylanmalıdır. Kısacası, bu rapor içerisinde ayrıntılandırılmış olan, Rus silah sistemlerinde tespit edilen yabancı menşeli ürünlerin büyük kısmı çoğunlukla sistemlerin çalışabilir olması için kritik parçalardır.

Tarihsel olarak Rus özel servisleri, Batılı mikroelektroniklerin tedarikinin korunmasında önemli ölçüde başarılı olmuştur. Soğuk Savaş döneminde yüksek miktarda bileşen elde etmenin yanı sıra Soğuk Savaşla ilgili yaptırımlar kaldırıldıktan sonra bu ürünleri satın alımları önemli oranda artmıştır. Pek çok durumda Rus ordusu, tam da yaptırımlara karşı üretimi korumak amacıyla on yıl boyunca yeterli olacak kritik sistemlerin bileşenlerini önceden satın almıştır. Ancak bu amacı, raporda belirlenen tüm bileşenler için başaramadıkları aşikardır. Rusya, uluslararası güvenliğe büyük bir tehdit oluşturan karmaşık silahlardan oluşan bir cephanelik kurmuş ve Rus hükümeti bu silahları kullanma konusunda sivilleri kasten hedef alma dahil çekimser olmadığını Ukrayna'da ortaya koymuş olduğundan, gelecekteki yaptırımların gücü ve uygulanması, Rusya'nın stoklarını yenilemesinin önlenmesi açısından hayati öneme sahiptir.

Rusya'nın Batı menşeli mikroelektronikleri askeri amaçlarla satın alma çabaları büyük oranda sahte son kullanıcı sertifikalarına, paravan şirketlere ve aktarmalara dayanmaktadır. Bu ağların haritalarının çıkarılması ve kapatılması Rus savunma endüstrisini sekteye uğratmanın ilk adımıdır ancak Rusya kendi satın alma mimarisini yeniden yapılandırdıkça, hileli yollardan satın alınan bileşenlerin sevkiyatını Viyana Sözleşmesi'ni ihlal edecek şekilde gerçekleştirmeye devam ettikçe ve düzenleyici kuruluşları yozlaştırmanın veya bunlara sızmanın

yollarını aradıkça, bu tür bileşenlerin gelecekte Rusya'ya transferinin engellenmesi büyük ve devamlılık gösteren bir teyakkuz durumu gerektirecektir. Ayrıca bileşenlerin ileri doğru satışı için aktarma ülkesi olarak üçüncü ülkelerin yaygın olarak kullanımı dikkate alındığında Rusya'nın savunma endüstrilerini sekteye uğratmanın önemli ölçüde uluslararası iş birliği gerektireceği aşikârdır.

Ayrıca, Rusya'nın karmaşık silahları için kritik bileşenlere erişimini engellemenin amaçlanmayan sonuçlarını da doğru şekilde anlamak önemlidir. Pek çok ülke, silah tedarikçisi olarak Rusya'ya bel bağlamıştır. Bu silahların verdiği güven, kendi ulusal güvenlikleri için kritik önem taşımaya devam etmektedir. Savunma alanındaki ithalatının %45'ini Rusya'dan gerçekleştiren Hindistan gibi ülkeler için,[226] Rus ekipmanlarına erişimin yitirilmesi bir güvenlik tehdidi oluşturmaktadır. Bu da, buna benzer pozisyondaki ülkeleri yaptırımları ihlal etmeye teşvik edebilir. Alternatif olarak, bu pozisyonda bulunan az sayıdaki ülke büyük mikroelektronik endüstrisine sahip olduğundan bu durum, tedarikçilerini değiştirmek için bir katalizör görevi görebilir. Bu durum, bu ülkelere yapıcı teklifler sunmaları ve yabancı askeri satışlarda istismarcı bir yaklaşımdan kaçınmaları durumunda Batı ittifakına fırsatlar da sunabilir. Bir taraftan batılı yaptırımlar ulusal güvenliği tehlikeye atarken yapıcı herhangi bir teklif sunulmaması çeşitli sayıdaki güçlü ülkelerle ilişkilerin önemli ölçüde kötüleşmesine de sebep olabilir.

Rusya'nın askeri gücü bir silikon hayat bağı sayesinde korunmuştur. Öyle ki bu hat, ABD'den, Birleşik Krallık, Hollanda, Almanya, İsviçre ve Fransa boyunca Tayvan'a, Güney Kore'ye ve Japonya'ya ulaşmaktadır. Rus ordusu, bu hayat bağı olmaksızın gitgide daha eski teknolojileri kullanmak zorunda kalacak ve bu sayede savaş sahalarında kesin ya da etkili sonuçlar alması mümkün olmayacaktır. Bu da Rusya'nın silahlanma konusunda gitgide daha fazla şekilde Çin'e bağımlı hale gelmesiyle veya konvansiyonel operasyonlarda yüzleşmek zorunda kalacağı istenmeyen dinamikler dikkate alındığında nükleer silahların taktiksek kullanımına daha hızlı bir şekilde başvurmasıyla sonuçlanabilir. Bu raporun Batılı politika yapıcıların önüne serdiği kritik soru, bu silikon hayat bağının kesilip kesilmeyeceği ve devletlerin, bunun yaratacağı fırsatlardan yararlanmaya hazır olup olmadığıdır.

YAZARLAR

James Byrne, RUSI Açık Kaynak İstihbarat ve Analiz (OSIA) Bölümü Direktörü.

Gary Somerville, RUSI, OSIA bölümünde Araştırma Görevlisi.

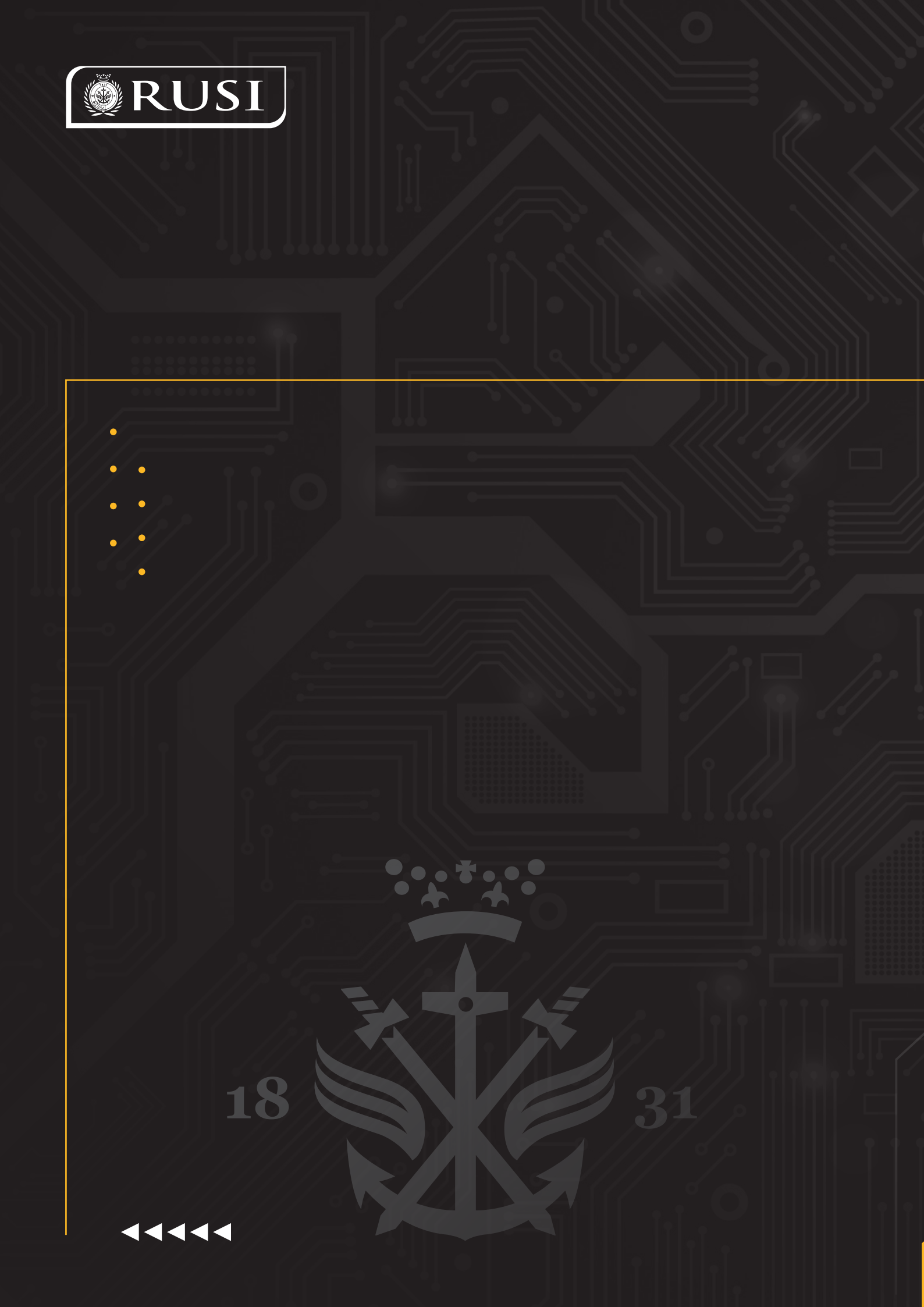
Joseph Byrne, RUSI, OSIA bölümünde Araştırma Görevlisi.

Jack Watling, RUSI'de Arazi Savaşları konusunda uzman Kıdemli Araştırma Görevlisi.

Nick Reynolds, RUSI'de Arazi Savaşları konusunda uzman Araştırma Analisti.

Jane Baker, bağımsız bir danışmandır.

226 *Economic Times*, 'Hindistan'ın Silah İthalatında Rusya'nın Payı, 2012-2017 Arasındaki %69 Seviyesinden 2017-2021 Arasında %46'ya Düştü: Rapor', 15 Mart 2022, <https://economictimes.indiatimes.com/news/defence/russias-share-of-arms-import-to-india-fell-from-69-in-2012-17-to-46-in-2017-21-report/articleshow/90218483.cms>, 10 Temmuz 2022'de erişilmiştir.


RUSI
18
31