

HAYALET UÇAKLAR

TEKNİK EVRİM

PETER WESTWICK

ÇEVİREN
HACI SOĞUKPINAR



© Copyright 2024

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi AŞ' ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

ISBN	Orjinal ISBN
978-625-399-943-8	978-019-067-744-2
Kitap Adı	Orjinal Kitap Adı
Hayalet Uçaklar Teknik Evrim	Stealth : The Secret Contest to Invent Invisible Aircraft
Yazar	Yayıncı Sertifika No
Peter WESTWICK	47518
Çeviren	Baskı ve Cilt
Hacı SOĞUKPINAR	Vadi Matbaacılık
ORCID ID: 0000-0002-9467-2005	
Yayın Koordinatörü	Bisac Code
Yasin DİLMEN	TEC002000
Sayfa Tasarımı	DOI
Akademisyen Dizgi Ünitesi	10.37609/akya.3178
Kapak Tasarımı	
Akademisyen Yayınevi	

Kütüphane Kimlik Kartı

Westwick, Peter.

Hayalet Uçaklar Teknik Evrim / Peter Westwick; çev. Hacı Soğukpınar.

Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2024.

243 s. : şekil. ; 160x235 mm.

Özgün eser adı : The Secret Contest to Invent Invisible Aircraft.

ISBN 9786253999438

1. Havacılık.

GENEL DAĞITIM

Akademisyen Kitabevi AŞ

Halk Sokak 5 / A

Yenişehir / Ankara

Tel: 0312 431 16 33

siparis@akademisyen.com

ÖNSÖZ

İnsanlığın uçakla ilk tanışması ve ilk resmi uçuş Wright kardeşlerin girişimi ile 1903 yılında başlamıştır. Hemen 7 yıl sonra uçak, ilk defa savaş aracı olarak 1911 yılında İtalyanların Osmanlı topraklarını işgali sırasında Trablusgarp savaşında kullanılmıştır. İlk savaş uçağı yine Osmanlı askerleri tarafından düşürülmüştür. Hemen aynı yıl 2 Türk subayı Fransa'ya pilot okuluna gönderilerek eğitim alması sağlanmış ve önden iki uçak siparişi verilmiştir. 1912 yılı itibariyle İstanbul'da 10 uçaktan oluşan bir filo kurulup bir uçuş okulu açılmıştır. Bu uçaklar ilk Balkan Harbi sırasında kullanılmış olup devamında yenileri Almanya ve Fransa'dan satın alınmıştır. Osmanlı devletinin 1. Dünya savaşına Almanya ile birlikte katılması sahip olduğumuz uçak sayısı artarak önce 50, savaş sonuna kadar 450 rakamına ulaşmıştır. İlk defa 1914 yılında İstanbul-İskenderiye arası 2000 km'lik yolculuk farklı şehirlerde ikmaller yapılarak askeri pilotlar tarafından gerçekleştirilmiştir. İlk yerli uçak yapma girişimi 1914 yılında gerçekleşmiş ancak teknik eksikliklerden dolayı ilk uçuşu yapılamamıştır.

Cumhuriyet tarihinde Atatürk'ün emriyle 15 Mart 1925 tarihinde Türk Tayyare Cemiyeti kurulmuş ve Vecihi Hürkuş ilk Türk tipi uçağı Vecihi K-6'yı inşa etmiştir. 1925 tarihinde Kayseri'de Tayyare ve Motor Türk Anonim Şirketi (TOMTAŞ) ve fabrikası kurulmuş ve Alman Junkers Uçak fabrikası lisansı ile Milli Savunma Bakanlığı ortak üretim yapmaya başlamıştır. 1930 yılında Vecihi Hürkuş Vecihi-14 tipi uçağını yapmıştır. 1935 yılında Türk Kuşu kurulmuş ve ilk eğitimi alanlar arasında Sabiha Gökçen de bulunmaktadır. 1936 yılında İstanbul'da ilk defa Hava Harp Akademisi kurulmuştur. Bu süreçte Kayseri'deki uçak üretimi devam etmektedir. 1938 yılına kadar envantere toplamda 215 uçak girmiştir. Nuri Demirağ 1936 yılında ilk defa "Büyük Gök Okulu"nu kurmuş ve bu okulda teknik eleman yetiştirmeye başlamıştır. Nuri Demirağ bu süreçte uçak ve planör üretimine başlamış ve Türk Hava Kurumu tarafından siparişler almış ve Nuri Demirağ'ın fabrikasında üretilen ilk uçak 1941 yılında ilk uçuşunu gerçekleştirmiştir.

1984 yılında Otomotiv Yan Sanayisi olarak Baykar Makine kurulmuş, 2000 yılında İnsansız Hava Aracı Sistem ve Alt Sistem Bileşenleri Ar-Ge çalışmalarına başlamıştır. 2007 yılında Bayraktar Mini İHA'nın İlk Teslimatı gerçekleşmiş olup 2014 yılında Bayraktar TB2 İlk Seri üretim teslimatı gerçekleşmiştir. 2019 yılında Bayraktar Akıncı İlk Uçuşunu gerçekleştirmiştir. Ardından kızılma ile insansız ilk savaş uçağı yapılmıştır. Kızılma ilk uçuşunu 14 aralık 2022 yılında gerçekleştirmiş olup 2024 yılında seri üretime başlayacaktır. Bayraktar, ülkemizde insansız uçan sistemler üzerine öncü bir kurum haline gelmiştir.

Türk Uçak Sanayii Anonim Ortaklığı (TUSAŞ), 28 Haziran 1973 tarihinde kurulmuş ve ilk defa F16 uçaklarının Türkiye'de üretim/montajına öncülük etmiştir. Bugün itibari ile Yapısal Grubu, Uçak Grubu, Helikopter Grubu, İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemleri Grubu, Uzay Sistemleri Grubu, ve Milli Muharip Uçak (MMU) Grubu olmak üzere pek çok alanda ARGE ve üretim yapmaktadır. Atak ve Gökbey helikopteri, Hürjet ve Hürkuş uçakları, Anka 3 ve Aksungur İHA sistemleri, Göktürk uydusu ve MMU savaş uçağı öne çıkan projelerden bazılarıdır. Anka 3 ilk uçuşunu 28 Aralık 2023'te gerçekleştirmiş olup MMU, Kaan ismiyle 21 Şubat 2024 tarihinde Ankara Mürted Hava Meydanı'ndan kalkış yaparak ilk uçuşunu gerçekleştirmiştir. TUSAŞ Havacılığın her alanında üretim yapan dünyaca önemli bir kurum haline gelmiştir.

Bu kitabın çevirisi, Türk gençlerine havacılığı tanıtmak, teknik bilgi sağlamak, sevdirmek ve genç beyinleri bu alana teşvik etmek amacı ile gerçekleştirilmiştir.

Doç. Dr. Hacı SOĞUKPINAR
ADİYAMAN UNİVERSİTESİ

İÇİNDEKİLER

Giriş	v
BÖLÜM 1 Devrimin Kökleri	1
BÖLÜM 2 Yarının Ülkesi	13
BÖLÜM 3 Görünmez Tavşanı Yetiştirme	23
BÖLÜM 4 Lockheed Kasırgada İnce Baraka	31
BÖLÜM 5 Northrop, Dalgaları Görmek	55
BÖLÜM 6 Ratscat'te Hesaplaşma	73
BÖLÜM 7 Mavi Uçak ve F-117A.....	83
BÖLÜM 8 Sırlar ve Stratejiler	111
BÖLÜM 9 Tacit Blue	123
BÖLÜM 10 Eğrilere Karşı Yüzler, B-2 Yarışması.....	143
BÖLÜM 11 B-2 Üretimi Başlıyor	161
BÖLÜM 12 Gölgelerden spot ışığa.....	181
Sonuç Gizliliğin Sırrı	191
Teşekkür	199
Teknik Terimler Sözlüğü	201
Kaynaklar	203

ŞEKİL LİSTESİ

1.1 Uçuş Halindeki Bir F-117.....	vii
1.2 B-2 Uçuşta.....	vii
4.1 Lockheed'in A-12 Modeli, 51. Bölgedeki Radar Test Menziline.	38
4.2 Umutsuz Elmas	49
4.3 Kartallar ve Fare.	52
5.1 Bir Northrop Yb-49 Uçuş Halinde	57
5.2 Radardan Kaçan Snark Füzesi.....	62
5.3 Radar Menzilineki Northrop XST Modeli	71
5.4 Sanatçının Northrop'un XST Tasarımı Anlayışı	72
7.1 Mavi Uçağın Test Uçuşu İçin Havalanmasını Sağlayın.....	95
7.2 Aşağıdan Bakıldığında Mavi Uçak Havada Olsun.....	98
7.3 Mavi Uçak ve F-117A'nın Görelî Boyutları	102
7.4 RATSCAT Radar Aralığındaki Tam Ölçekli F-117 Modeli.....	103
7.5 Hal Farley, ilk YF-117 uçuşundan Sonra Geleneksel Su Takı Selamı.....	104
7.6 Hal Farley, İlk Yf-117 Uçuşundan Sonra Geleneksel Su Takı Selamı.....	105

7.7 Yukarıdan Bakıldığında Uçuş Halindeki Bir F-117	106
9.1 Uçuş Halindeki Mavi Uçak, Yukarıdan Bakıldığında	128
9.2 Mavi Uçağın Yandan Görünümü	129
9.3 Tacit Blue'nun Önden Görünüşü.....	132
9.4 Lockheed'in BSAX İçin Yönlü Uçan Kanat Tasarımının Yeniden Yapılandırılmış Taslağı.....	134
10.1 Northrop'un Uçan Kanat Tasarımının Taslağı, Hal Markarian, 1979.....	148
10.2 Şahin Gagalı B-2 Kanat Profilinin Yandan Görünüşü.....	150
10.3 Northrop, Hayalet Bombardıman Uçak Sözleşmesini Kazanmayı Kutluyor	159
11.1 Northrop'un Hayalet Bombardıman Uçağı İçin Orijinal ve Revize Edilmiş Üst Görüntüsü.	165
11.2 "Kürdan": B-2'nin Önden Görünümü.....	167
11.3 Palmdale'deki B-2 Üretim Hattı	173
11.4 B-2 İlk Uçuşu	179

GİRİŞ

Ocak 1991'de aysız bir gecede Bağdat semalarında bir düzine uçak belirdi. Daha doğrusu görünmedi. Uçaklar karanlıkta geldiler, siyah ana hatları onları gözden gizledi. Daha da önemlisi, onları uçan origami gibi gösteren tuhaf, köşeli şekilleri, onları Irak'ın heybetli hava savunma radarları için neredeyse görünmez kılıyordu.

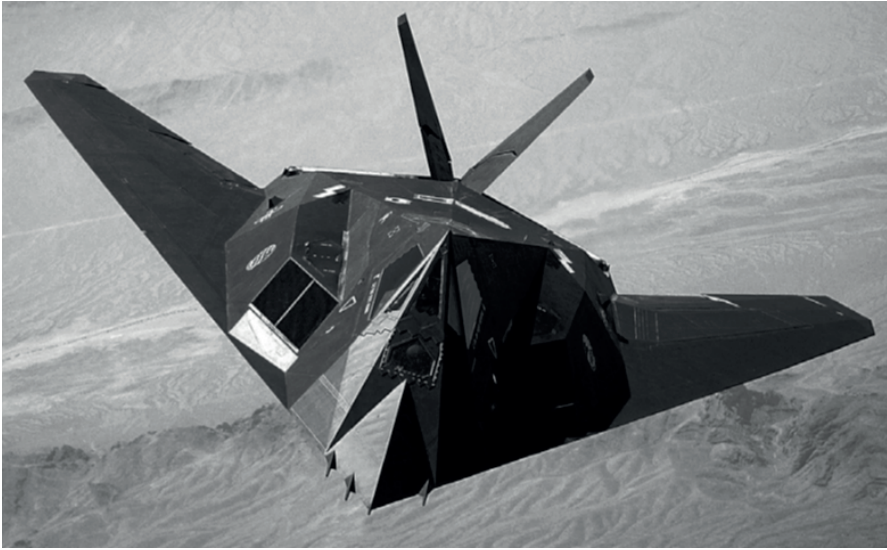
Uçaklar, daha çok hayalet savaşı olarak bilinen F-117A'lardı ve Irak'ın Kuveyt'i işgalini tersine çevirmek için ABD kuvvetleri tarafından yönetilen uluslararası çaba olan Çöl Fırtınası Operasyonu'nun açılış salvosunun parçasıydı. Amerikalı televizyon izleyicileri, Bağdat'taki binaların hava boşluklarına lazer güdümlü bombalar atan F-117'lerin video görüntüleri karşısında şaşkına döndü. Körfez Savaşı'nda hiçbir hayalet uçak düşürülmedi. F-117'nin ve benzer şekilde görünmez B-2 bombardıman uçağının arkasındaki teknoloji, askeri bir çığır açtı. F-117, 60 fitten daha uzun ve 40 fit genişliğindedir, ancak radarda bir bilye kadar küçük görünür.

Çok daha büyük olan B-2, bir Frizbi'nin radar ayak izine sahiptir.

Gizliliğin, iki farklı havacılık firmasındaki mucitleri de bir o kadar dikkat çekiciydi ve sonunda zıt uçaklar geliştirdiler. Sadece iki uçağa baktığınızda farklar açıkça görülüyordu, bir yandan keskin açılara sahip F-117, diğer yanda, pürüzsüzce yuvarlatılmış B-2.

Neden bir Görünmezlik düzlemi köşeli iken diğeri kavisli idi. Bu basit sorunun cevabı, bu hikâyenin özündeki birkaç sırrı ortaya çıkarıyor: iki şirket, Lockheed ve Northrop arasında; radar fiziği ile havacılık mühendisliği disiplinleri arasında ve tasarım felsefeleri arasında, özellikle uçak tasarımında bilgisayarların insan sezgisine karşı rolünü içeren. Bu tılsım, kitap meraklısı mühendislerden neşeli şakacılar ve sıkı yöneticilere kadar olağanüstü bir karakter kadrosunda oynandı.

Bu kitap, o uçakların nereden geldiği ve neden öyle göründükleri hakkındadır. Lockheed ve Northrop'taki mühendislerin hikayesini ve Soğuk Savaş'ta en yüksek gizlilik seviyeleri altında yürütölen bu iki uçağı inşa etmek için yaptıkları destansı mücadeleyi anlatmaktadır. 1970'lerin ortalarından sonlarına kadar fevkalade verimli beş yıllık bir dönemde, iki firmadaki mühendisler aynı atılımı gerçekleştirmek için farklı çözümlere ulaştılar: temelde radar karşısında görölemeyen uçak.



1.1 Uçuştaki bir F-117. (Kaynak: ABD Hava Kuvvetleri)



1.2 Uçuştaki Bir B-2. (Kaynak: Northrop Grumman Corporation'ın izniyle)

GİRİŞ

Askeri tarihte yeni bir teknolojiyi “deus ex machina” (mücadevi çözümler) olarak görme eğilimi vardır: yani yeni bir silah (Agincourt Muharebesi’ndeki uzun yay, Birinci Dünya Savaşı’ndaki makineli tüfek ve belki de hepsinin en büyüğü “deus ex machina”). İkinci Dünya Savaşı’ndaki atom bombası aniden sahneye çıkar ve savaşta devrim yaratır. Ama teknoloji nereden geldi? Neden belirli bir zamanda ortaya çıktı?

Neden bir taraf aldı da diğeri alamadı? Kısacası: nasıl oldu? Bu sorular genellikle göz ardı edilir çünkü askeri tarih, hikayeleri ya yukarıdan aşağıya, başkanların ve generallerin büyük strateji görüşünden ya da aşağıdan yukarıya, muharebe askerinin siper seviyesindeki görüşünden anlatma eğilimindedir.

Generalin dehası ile askerin cesareti arasında, tarihçi Paul Kennedy’nin “ortadan tarih” dediği başka bir görüş daha vardır: yeni askeri teknolojileri savunan mühendislerin ve orta düzey subayların hikayesi. Kennedy örneğinde, P-51 Mustang, denizaltı karşıtı savaş, amfibi taarruz ve tanksavar silahlarıyla 2. Dünya Savaşı’nın gidişatını değiştirenler mühendislerdi. Bu, bu mühendislerin her zaman hemfikir oldukları anlamına gelmez. İki firma arasındaki rekabet ne kadar şiddetli olursa olsun, firmalar içindeki teknik savaşlar da bir o kadar şiddetli, hatta daha şiddetliydi. Başka bir deyişle gizlilik, üç düzeyde bir yarışmaydı: ABD ile Sovyetler Birliği arasında; Lockheed ve Northrop arasında ve tabii ki Lockheed ve Northrop içinde.

Eski bir İngiliz uçak üreticisi olan Howard Theophilus Wright (Amerikalı kardeşlerle hiçbir ilgisi yok) 1912’de şöyle demişti: “Başarılı uçak, diğer birçok mekanizma parçası gibi, büyük bir uzlaşma yığındır.”

Ancak mühendislerin uzlaşmaya nasıl varabileceklerini önermedi. 1970’lerin ortalarında, Hawthorne’daki Northrop’un gelişmiş tasarım departmanında tipik bir günde, Northrop’un başlıca hayalet tasarımcıları John Cashen ve Irv Waaland’ın haykıran iddiaları gibi olup ofislerindeki mühendisler ürkmüş hayvanlar gibi başlarını işlerinden kaldırırlardı. Cashen ve Waaland, yirmi mil ötedeki Burbank’ta benzer tartışmaların Lockheed’in koridorlarında yankılandığını öğrenseler rahatları ve muhtemelen şaşırırmazlardı. Havacılık ve uzay mühendisinin popüler imajı rasyonel, tarafsız ve çekingendir. Bu mühendisler kesinlikle mantıklıydı ama hiç de tarafsız değillerdi. Ve tutkuları Gizliliğin icadını mümkün kıldı.

HAYALET UÇAKLARI

Bu tutku gerekliydi çünkü görünmezlik birçok düzeyde kararlı bir direnişle karşılaştı. Teknik düzeyde, uçak işinin en efsanevi isimlerinden bazıları da dahil olmak üzere bir dizi mühendis bunun yapılamayacağını düşündü. Kurumsal düzeyde, bazı yöneticiler şüpheli beklentilerin şirket finansmanı için büyük bir yatırım yapmaya değmeyeceğini düşündüler. Stratejik ve politik düzeyde bazıları, örneğin alçaktan ve hızlı uçarak veya elektronik sinyal bozucular kullanarak Sovyet hava savunması sorununu çözenin daha iyi yolları olduğunu savundu.

Lockheed ve Northrop'taki mühendisler Gizliliğe karşı bu direncin üstesinden geldiler ve bu kitap iki programı yan yana inceleyerek yaklaşımlarındaki temel farklılıkları ve benzerlikleri ortaya koymaktadır. Farklılıklar görünmezliğe giden rotalarında başladı: biri uçak, diğeri daha çok uzay aracı, ikincisi görünmezlik için önemli, tanınmayan bir kaynak idi. Bilgisayarlara güvenmeleri konusunda da farklıydılar. Bilgisayarlar her şeyden önce, Lockheed'in radar kırınımını analiz etmek için bilgisayar kodlarına yaslandığı, Northrop'un ise daha çok fiziksel sezgiye bağlı olduğu tasarım sürecine girdi. Genellikle fly-by-wire (manuel uçuş kumandalarını elektronik bir arayüz ile değiştiren gelişmiş elektronik uçuş kumanda sistemi) olarak bilinen uçuş kontrollerinden kaynaklanan bilgisayarlar için kritik ama genellikle daha az takdir edilen bir roldü. Lockheed'in ilk tasarımı üç yönde de dengesizdi; Northrop'un görünmez uçaklarından biri sapma ekseninde bir rüzgâr gülü gibi dönüyordu.

Görünmez hava araçları, yalnızca tasarımları için değil, aynı zamanda havada kalmaları için de bilgisayarlara bağlıydı. Başka bir deyişle, görünmezliğin kilit parçaları, sadece görebildiğiniz uçağın dış kısmı değil, aynı zamanda uçağın içinde göremediğiniz elektronik parçalardı. Böylece görünmezlik programı, elektrik mühendisleri eski tarz havacılık mühendislerinin yerini aldığından, havacılık endüstrisinde çok önemli bir değişikliği temsil ediyordu.

Ve iki firma, bilgisayarlı uçuş kontrolünü kucaklamaları konusunda farklılık gösteriyordu. Son olarak, iki firma başka bir disiplin anlaşmazlığında ayrıldı. Wright kardeşlerden bu yana, uçak tasarımına aerodinamik hâkim oldu. Lockheed'in ünlü Kelly Johnson'ı da dahil olmak üzere çoğu uçak tasarımcısı, havacılık mühendisliğinden çıktı. Görünmezlik için, bu havacılık gelenekçilerine, hava akışında değil elektromanyetik dalgalarda uzmanlaşmış fizikçiler ve mühendisler meydan okudu. Bu gerilimler, tasarım ofislerini karıştıran birçok tartışmaya neden oldu, ancak aynı zamanda yaratıcı olduklarını kanıtladılar ve her firma ta-

GİRİŞ

rafından bunların çözümü, uçakların şeklini ve tabii ki yarışmaların sonucunu belirledi. Ancak iki şirketin de ortak özellikleri vardı. Biri giriş katıydı. Plan üzerinde kaygan görünümlü bir uçak üretmek başka bir şeydi, bunu uçuş donanımına dönüştürmek ise tamamen bambaşka bir şeydi. Görünmez uçaklar bu açıdan benzersiz değildi, ancak mevcut malzeme ve alet sınırlarının ötesine geçen özellikle etkileyici bir donanım örneği sağlıyordu. Her iki firma da tasarım ve üretimi entegre etmek zorunda kaldı ve yine de her ikisi de tasarımlarını gerçekleştirmek için mücadele etti. Görünmezliğin hikayesi, makine aletlerinin yanı sıra bilgisayarları ve çizim masalarını ve beyaz yakalılarının yanı sıra mavi yakalılarını da içeriyordu. Lockheed ve Northrop'un bariz bir ortak yönü daha vardı: Coğrafya. Tüm büyük ABD uçak şirketlerinden görünmez uçaklarını üretenler, Los Angeles havzasında yirmi mil uzakta bulunan Güney Kaliforniya'da bulunuyordu. Bu bir tesadüf değildi. Güney Kaliforniya, sınırları zorlama kültürünü besleyerek uzun süredir vizyonerleri ve hayalperestleri cezbetmişti. Bu yaratıcı kültür, Güney Kaliforniya'yı havacılıktan çok eğlence endüstrisiyle tanınır hale getirmişti. Bu mühendislik için değil, hayal gücü içindi. Ancak havacılık sadece bölgesel ekonomiyi desteklemekle kalmadı, aynı zamanda, göreceğimiz gibi, görünmezlik ve Disneyland arasındaki bazı şaşırtıcı bağlantılar da dahil olmak üzere, yaratıcı, girişimci kültürü de harekete geçirdi.

Bu temaların hepsi iki ana bölümde bir araya geldi: F-117 ve B-2 bombardıman uçağı haline gelen Lockheed ve Northrop arasındaki yarışmalar. Ancak iki uçak arasında büyük ölçüde tarihe karışmış bir ara adım vardı. Tacit Blue olarak adlandırılan, düz ve yönlü F-117'den kıvrımlı B-2 uçan kanadına kadar çok önemli bir sıçrama tahtası sağladı. Aynı zamanda, izole tasarım ekipleri arasında, uçan kanat konsepti için şaşırtıcı bir kaynak sağlayan bir bağlantıyı da ateşledi.

Gizlilik yalnızca belirli bir yerin değil, aynı zamanda belirli bir zamanın ürünüydü. Görünmez uçaklar ilk çıkışını Körfez Savaşı'nda yapmış olabilir, ancak önemli kararlar ve önemli yenilikler, hem Vietnam Savaşı'ndaki Amerikan deneyimi gibi stratejik hem de dijital elektronik bilgisayarların mevcudiyeti dahil olmak üzere teknolojik nedenlerle 1970'lerde meydana geldi ve ayrıca, belki de kültürel.

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Amerika'nın ekonomik ve askeri gücünün görünüşte sınırsız genişlemesinden sonra, 1970'ler enflasyon

HAYALET UÇAKLARI

ve işsizliğin ve Vietnam ve Watergate'ten sonra hükümete olan güvenin azaldığı huzursuz bir on yıldır. California valisi Jerry Brown bunu bir "sınırlar çağı" olarak nitelendirdi ve 1979'da Başkan Jimmy Carter ünlü bir konuşmasında ulusal bir "güven krizinden söz etti ve ulusal irademizin tam kalbine, ruhuna ve tamda ruhuna vuran bir krizdi." Bununla birlikte, 1970'ler aynı zamanda büyük bir siyasi, ekonomik ve kültürel mayalanma dönemi idi, birçok yönden savaş sonrası Amerika'dan sanayi sonrası, küreselleşmiş dünya tektonik değişimler, bir kısmı açıkça çağın algılanan sınırlarını aşmak amacıyla kişisel bilgisayara, genetik mühendisliğine ve görünmezliğe yol açan bir teknolojik yaratıcılık patlamasını içeriyordu. Bu teknolojik altüst oluş daha geniş bir dersi yansıtıyordu.

Görünmezlik, yalnızca 1970'lerin bir ürünü değildi, daha ziyade belirsiz girişimlere uzun vadeli yatırımlar yapmak için ulusal bir istekliliği yansıtan onlarca yıllık AR-GE'ye dayanıyordu. Ve bu yatırımlar hem kamudan hem de özel sektörden geldi. Gizlilik, genellikle askeri-endüstriyel kompleks olarak adlandırılan devlet ve özel sektörün geniş bir entegrasyonunu temsil ediyordu.

ABD, Soğuk Savaş'ta dizginsiz bir serbest piyasanın komuta ekonomisine üstünlüğünü göstermek için güçlü bir kamu-özel sektör ortaklığını benimsedi.

Soğuk Savaş askeri-endüstriyel kompleksi, genellikle, devletin özel teşebbüse dayatıcı müdahalesi ve diğer yönde, özel çıkarların kamu politikasına dayatılması gibi olumsuz çağrışımlar taşır.

Ve gerçekten, bazı gözlemcilerin iddia ettiği gibi, görünmezlik, sadece başka bir silah ve silahlanma yarışında yeni bir etap üretmek için resmi gizlilik tarafından sağlanan ve domuz fıçılı siyaset tarafından teşvik edilen bir para ve beyin gücü israfı gibi görünebilir. Ancak daha sonraki bir bakış açısından, yüksek teknoloji destekçilerinin hükümetin inovasyonda hiçbir rolü olmadığı konusunda ısrar ettikleri bir zamandan itibaren, görünmezlik başarılı bir kamu-özel sektör ortaklığına başka bir örnek verebilir ve bu nedenle kalıcı dersler verebilir.

Görünmezlik hava araçlarının Körfez Savaşı'ndaki belirleyici rolü, bu ortaklığın meyvelerini gösterdi ve "Askeri İşlerde Devrim" ilk olarak Sovyet stratejistleri tarafından göz ucuyla görülen bir devrim hakkındaki yaygın konuşmaları gösterdi. Körfez Savaşı'ndan kısa bir süre sonra, görünmezlik icadını motive eden düşman Sovyetler Birliği'nin varlığı sona erdi. "Soğuk Savaş El Segundo'da kazanıldı" diye bir söz vardır,

GİRİŞ

yani bilim adamları ve mühendisler, El Segundo ve Los Angeles'ın diğer havacılık banliyölerinde yaşayanlar, Sovyetleri kazanamayacakları bir silahlanma yarışıyla karşı karşıya getirerek Soğuk Savaşı kazandılar. Diğerleri bunun yerine bilim adamlarının ve mühendislerin silahlanma yarışını sürdürerek Soğuk Savaş'ı uzattığını, ABD'yi iflasın eşğine ve dünyayı Kıyamet'in eşğine getirdiğini savundu.

Bu kitap her iki argümanı da ele alacak ama aynı zamanda üçüncü bir görüş de sunacak: görünmezlik nükleer silahlara bir alternatif, nükleer stratejinin aynalı labirentinden bir çıkış yolu sunuyordu. Görünmezlik, sonunda nükleer stratejinin ataletiyle karşı karşıya kalsa da stratejik temellerin yeniden değerlendirilmesinin başlatılmasına yardımcı oldu.

Görünmezlik hakkında yazmak, belirli zorlukları beraberinde getirir. Kalıcı sızıntılara da konu olmasına rağmen, ülkenin en sıkı tutulan sırlarından biriydi. Pek çok belge ve teknik ayrıntı gizli kalmaya devam ediyor ve bazı görünmezlik çalışanları konuyu tartışmayı hâlâ reddetmektedir.

Bu nedenle, bazı mühendisler (ve bazı tarihçiler), bir görünmezlik tarihi girişiminde bulunmanın erken ve belki de sonuçsuz olduğuna inanıyordu.

Soğuk Savaş'ın diğer yönleri gibi, Gizlilik konusu da tüm kaynakların erişilebilir olduğu o uzak günü, on yıllar sonrasını beklemek için çok önemlidir. Ve bazı teknik detayların yanı sıra, belgelerle birlikte sözlü tarihler de dahil olmak üzere, hikâyenin çoğu mevcut kaynaklardan derlenebilir. Bu kaynakların çelişkili anlatımlar sunduğu durumlarda, en olası versiyona ulaşmaya çalıştım.

Bir görünmezlik tarihi yazmak için yola çıkmadım. Güney Kaliforniya'nın havacılık endüstrisinin tarihini belgelemek için USC ile Huntington Kütüphanesi arasında bir iş birliği olan Havacılık ve Uzay Tarihi Projesi'ni birkaç yıldır yönettim. Havacılık arşivimizi bir araya getirirken, görünmezliğin bir dizi ilginç karakter içeren ve modern askeri teknoloji hakkında önemli konuları gündeme getiren dikkate değer bir hikâyeyi temsil ettiğini fark ettim. Kısmen sınıflandırmanın kaynaklara erişimi kısıtlaması nedeniyle mevcut kitapların bu hikâyeyi anlatmadığını da fark ettim.

Projemiz, belgelerde ve özellikle Lockheed ve Northrop'taki bir dizi kilit figürle sözlü tarihlerde Gizliliğe ilişkin bir dizi sınıflandırılmamış kaynak topladı. Görünmezlik ile ilgili bazı bilgiler (örneğin, F-117 ve B-2'nin kesin radar kesitleri) gizli kalsa da genel kavramlar artık kırk yaşında ve

HAYALET UÇAKLARI

görünmezliği bazı teknik ayrıntılarla tartışmak mümkündür. Ayrıca, Soğuk Savaş sonlarının daha geniş teknolojik ve stratejik bağlamı hakkında yeni öngörüler sağlayan diğer arşivlerdeki kaynaklardan da yararlandım.

Görünmezliğin tarihi bazı teknik kavramlarla uğraşmayı gerektirir, ancak diferansiyel denklemler bir yana, okuyucuyu frekans bantları, yan loblar ve yüzey akımlarıyla boğmaktan kaçınmaya çalıştım.

Kaçınılmaz teknik terimler için kitabın arkasındaki sözlükte genel tanımlar verilmektedir. Benzer şekilde, askeri program yönetimini karakterize eden SPO'lar, FSD'ler, PDR'ler, IOC'ler ve benzerlerinden oluşan alfabe çorbasında okuyucuları boğmamaya çalıştım. Son olarak, notlar kapsamlı alıntılardan ziyade örnek niteliğinde alıntılar sağlar.

BÖLÜM I

DEVİRİMİN KÖKLERİ

Gizlilik, avcılık kadar eskidir. Avlarına gizlice yaklaşma ya da avcılardan saklanma ihtiyacı, ilk insanlara leoparın beneklerinden zebranın çizgilerine kadar manzaraya uyum sağlamaları, hayvanlar dünyasını taklit etmeleri için ilham verdi.

Fransızca kelime kamufraj, gizlemek veya gizlenmek, fikrin bir kısmını yakaladı. Shakespeare bunu anladı: Malcolm'un Macbeth'teki askerleri, Dunsinane'e yürüyüşleri sırasında ağaç kılığına girdiler (Birnam Wood). Modern orduların ortaya çıkışı, gurur aşılacak ve dostu düşmandan ayırmak için ilk olarak parlak renkli üniformaları (böylece İngiliz "kızıl ceketleri") getirdi, ancak on dokuzuncu yüzyılda ölümcül silah yelpazesi arttıkça ordular hâkî veya zeytin yeşiline kaymaya başladı. Göze çarpmak yerine ortama uyum sağlamayı tercih etti. Kamufraj, uçaklar dahil ve belki de özellikle uçaklar için olmak üzere I. Dünya Savaşı'nda yaygınlaştı. Önce Fransızlar ve Almanlar, ardından İngilizler ve Amerikalılar, uçakların alt taraflarını gökyüzüne uyması için beyaza veya soluk maviye ve üst taraflarını, yukarıdan bakıldığında dünyaya uyması için daha koyu yeşillere boyamaya başladılar, bazen kafa karıştırmak için çokgenler veya noktalı desenler atıldılar. Savaş zamanı çabaları bilim adamlarından çok sanatçıları etkiledi, ancak savaşın sonlarında ABD Ulusal Araştırma Konseyi, General Elektrik'ten ödünç alınan Matthew Luckiesh adlı sivil bir fizikçinin liderliğinde uçak kamufrajı üzerine bir komite kurdu. Komite, Virginia'daki Langley Field'da, insan gözünün nesnelere parlaklık ve renk farklılıklarıyla ayırttığı için, görünmez bir uçağın arka planıyla aynı parlaklık ve renge ihtiyaç duyacağı varsayımından yola çıkarak bir araştırma programı üstlendi. Ayrıca, doğal arka planlar genellikle ışık, gölge ve renk bakımından farklılık gösterdiğinden, desenler genellikle tek tip tonlardan daha iyi olmaktadır ancak desenler yine de arka planla aynı ortalama renk ve parlaklığa sahip olmalıdır.

BÖLÜM 2

YARININ ÜLKESİ

Radar kesit sorununa çözüm, Güney Kaliforniya ve sadece Güney Kaliforniya'daki uçak firmalarından geldi. Görünmezlik neden Güney Kaliforniya'da icat edildi? Birincisi, çünkü uçak endüstrisi oradaydı. Bölge, ABD'de düzenlenen ilk uluslararası havacılık etkinliği olan 1910 Los Angeles hava buluşmasına kadar uzanan Amerikan havacılığının merkez üssüydü. Ancak bu sadece başka bir soruyu gündeme getiriyor: Endüstri neden Güney Kaliforniya'da yoğunlaştı? Bu kaçınılmaz değildi. Ne de olsa Wright kardeşler Dayton, Ohio'da yaşıyordu ve yıllar boyunca diğer birçok Amerikan şehri ve bölgesi uçaklara ve ardından havacılık firmalarına ev sahipliği yaptı: Buffalo (Curtiss), Detroit (Ford), Seattle (Boeing), Wichita (Stearman), Long Island (Grumman, Cumhuriyet), St. Louis (McDonnell), Dallas (Chance Vought). Ancak hiçbiri, uçak firmaları listesinde Douglas, Lockheed, Northrop, Hughes, North American ve Consolidated-Vultee'nin (daha sonra Convair olarak anılacaktır) yer aldığı Güney Kaliforniya'nın yoğunluğuyla övünmüyordu. 2. Dünya Savaşı'ndaki ilk beş uçak üreticisinden dördü Güney Kaliforniya'da, üçü Los Angeles'taydı. Çoğu insan bunun sadece hava nedeniyle olduğunu varsayar. Güney Kaliforniya güneş ışığı, yıl boyunca uçmaya izin verirdi ve ilk günlerde büyük uçakların açık havada inşa edilmesini mümkün kıldı. Ancak Amerika Birleşik Devletleri'ndeki diğer birçok yerin havası güzeldir, Kaliforniya sahili genellikle sisle kaplıdır ve neredeyse tüm havacılık çalışmaları iç mekanlarda yürütülür. Hava durumunun yanı sıra bir dizi başka faktör, ilk mucitleri Güney Kaliforniya'ya çekti.

BÖLÜM 3

GÖRÜNMEZ TAVŞANI YETİŞTİRME

Görünmezlik için ilk hamle, kısaltması ARPA ile bilinen Gelişmiş Araştırma Projeleri Ajansı'ndan geldi. Adından da anlaşılacağı gibi, teşkilat, askerlik hizmetlerinin kısa vadeli ufkunun ötesinde, belirsiz ve uzak getirileri olan çok uzak fikirlerin peşinden gitmek için tasarlandı. Kongre ve Başkan Dwight D. Eisenhower tarafından 1958'de, Sputnik'in ardından ulusal alarmin ortasında kurulan ARPA, o zamanlar çeşitli servislere dağılmış olan ülkenin füze projeleri için bir odak noktası sağladı. NASA ve Hava Kuvvetleri füze işinin çoğunu devraldığına, ARPA genel uzun vadeli, yüksek riskli teknolojilere yöneldi. Örneğin 1960'larda füze savunması, parçacık ışınları ve internetin öncüsü ARPANET olarak bilinen dağıtılmış bir bilgisayar ağı üzerine araştırmaları destekledi. ARPA, daha çok DDR&E olarak bilinen savunma araştırma ve mühendislik direktörüne, ARPA ile aynı zamanda ve aynı nedenle oluşturulan bir gönderiyi bildirdi: gelişmiş askeri Ar-Ge'yi teşvik etmek, çeşitli hizmetler arasındaki çabaları koordine etmek gibi. 1969'da Hewlett-Packard'ın kurucu ortağı ve Nixon'ın savunma bakan yardımcısı David Packard, askeri teknolojiyi geliştirmeye yönelik daha geniş bir çabanın parçası olarak DDR&E ofisini destekledi. Ofis, endüstri ve devlet laboratuvarlarından mühendislerden ve uygulamalı bilim adamlarından oluşan küçük bir kadroyu işe aldı ve onlara yeni fikirler bulma ve zorlama özgürlüğü verdi. 1970'lerin başında ARPA, adına "Savunma" eklendiğinde DARPA oldu. Daha şimdiden askeri teknolojinin geleceğini düşünmeye başlamıştı. DARPA, Savunma Nükleer Ajansı ile birlikte 1973'ten 1975'e kadar uzun menzilli Ar-Ge veya LRRD üzerine bir dizi seminer düzenledi. LRRD çalıştayları, üst düzey, gayri resmi, gizli bir nükleer strateji tartışması olarak başladı; ancak kısa süre sonra hem teknolojik hem de stratejik nedenlerle konvansiyonel silahları temelden yeniden gözden geçirdi.

BÖLÜM 4

LOCKHEED KASIRGADA İNCE BARAKA

1912’de, kendi kendilerine mekanik öğreten kardeşler Allan ve Malcolm Loughhead, San Francisco’da bir uçak şirketi kurdular. Önce körfezi gezmek için deniz uçakları yaptılar, Santa Barbara’ya ve ardından Hollywood’a taşındılar ve son olarak 1928’de Burbank’a yerleştiler. Yol boyunca firma, Malcolm’u işin dışına iten birkaç başarısızlık ve yeniden yapılanma yaşadı; bu arada, “Lug-head” olarak anılmaktan bıkan Allan, şirketin yazımını İskoç telaffuzuna uyacak şekilde Amerikanlaştırdı. Yine başka bir çöküş sonunda Allan’ı da çıkardı ve bir grup yatırımcı 1932’de iflas mahkemesinde şirketi satın aldığında, kurucu kardeşlerden geriye kalan tek şey antetli kağıttaki isimdi. Lockheed’in yeni sahipleri Burbank’ta küçük bir fabrikayla işe başladılar ve bir gün birkaç bin çalışana ulaşabileceklerini düşünerek görece küçük kalmayı amaçladılar. 1930’ların sonlarında Avrupa’daki gerilimler askeri sözleşmelerde akmaya başladı ve ardından II. Dünya Savaşı bir sel yarattı. Lockheed, günün her saati üç vardiya halinde çalışan doksan dört bin çalışana ulaştı ve her vardiya değişikliği, Burbank fabrikasına giren ve çıkan muazzam bir insan emeği dalgasını süpürdü. Lockheed bu açıdan benzersiz değildi; Douglas ve North American gibi diğer Güney Kaliforniya uçak firmaları da benzer boyutlara ulaştı ve diğer firmaların işgücü gibi, Lockheed’s de “Rosie the Riveter” imajına sadık kalarak önemli sayıda kadını içeriyordu. Savaş zamanı Lockheed hattı, Hudson bombardıman uçakları, Lodestar nakliye uçakları ve Ventura ve Harpoon devriye bombardıman uçaklarının yanı sıra Boeing tasarımına dayalı yaklaşık üç bin B-17 bombardıman uçağı ve ayırt edici ikizleri olan çift motorlu bir avcı uçağı olan Lockheed’in on bin P-38 Lightning’ini ortaya çıkardı.

BÖLÜM 5

NORTHROP, DALGALARI GÖRMEK

Lockheed ve onun görünmezlik rakibinin geçmişleri, havacılığın ilk günlerinden itibaren iç içe geçmiştir. Daha çok Jack olarak bilinen John K. Northrop, 1895'te New Jersey'de doğdu ama Santa Barbara'da büyüdü. Utangaç ve kendi sözleriyle “yalnız biri” olan Northrop, gençliğinde ilk kez bir çift kanatlı uçak gördükten sonra uçuştan büyülenmişti. 1913'te liseden mezun olduktan sonra birkaç küçük firmada tamirci ve teknik ressam olarak çalıştı, ardından 1916'da Santa Barbara'ya yeni taşınan Loughhead Aircraft'ta mühendis olarak işe girdi. İlk nesil uçak yapımcılarındaki Loughhead kardeşler ve diğerleri gibi, Northrop da mekanik yeteneklere sahip, kendi kendini yetiştirmiş bir tamirciydi. Önce deniz uçakları üzerinde çalıştı ve ardından 1919'da uzun süredir teknik yeniliklere açık ve pazarda eksik olan bir uçak olan S-1 Sport çift kanatlı uçağı tasarladı. Loughhead firması 1920'de çöktüğünde, Northrop Santa Monica'daki Douglas Aircraft için çalışmaya başlamadan önce birkaç yıl inşaatçı çalıştı ve ardından 1927'de Lockheed'e (firma o zamandan beri adını Amerikanlaştırdı) katıldı. O yıl Northrop, Amelia Earhart, Wiley Post ve diğer ünlü pilotlar tarafından uçurulan ve hız ve dayanıklılık rekorları kıran hızlı ama sağlam bir uçak olan Lockheed Vega'nın tasarımına yardımcı oldu. Vega, Lockheed'in yenilikçi, yüksek performanslı uçaklar konusundaki itibarını ve Northrop'un parlak bir tasarımcı olarak itibarını pekiştirdi. Jack Northrop, erken dönem havacılığını başka bir açıdan örnekledi: iş, korkaklara veya istikrar arayanlara göre değildi. 1928 ile 1938 yılları arasında, kendi adını taşıyan ancak dış yatırımcılar tarafından yönetilen bir çift de dahil olmak üzere birkaç farklı uçak firmasında çalıştı. Ancak yenilikçi tasarımlar üretmeye devam etti ve nihayet 1939'da Los Angeles şehir merkezinin birkaç mil güneybatısında ve kıyıdan birkaç mil uzakta, Hawthorne, California'da 72 dönümlük tarım arazisi kiralarak Northrop Aircraft'ı kurmak için kendi başına yola çıktı.

BÖLÜM 6

RATSCAT'TE HESAPLAŞMA

Lockheed ve Northrop 1975 sonbaharında tasarımlarını teslim ettikten sonra, DARPA kazananı seçmek zorunda kaldı. Yeni uçaklar için yapılan yarışmaların çoğunda, yarışan tasarımlar, hangisinin spesifikasyonları en iyi şekilde karşıladığını görmek için uçuşa geçti. Hava Kuvvetlerinin dediği gibi, “Satın almadan önce uçurun”. XST söz konusu olduğunda, DARPA, bir radar test menziline bir direğe monte edilmiş bir model aracılığıyla belirlenen her bir tasarımın radar kesiti ile bir “kutup dışı” yaşadı. Uçak, yalnızca radar imzalarına göre değerlendirilecektir; DARPA henüz onları uçurmaya tenezzül bile etmezdi. Deney, Tularosa Havzası olarak bilinen güney-orta New Mexico'daki çölde uzak bir noktada meydana geldi. 2. Dünya Savaşı sırasında ABD hükümeti, havzanın geniş çöl ve otlaklarını bombalama ve topçu menzilleri için tahsis etti ve Temmuz 1945'te ilk nükleer bomba için test alanı sağladı. Savaştan sonra, havzanın geniş boş alanları ilk test yeri oldu. Füjeciler, birini vurma korkusu olmadan düzinelerce veya yüzlerce mil menzilden deneylerini başlatabildikleri için, ABD uzay programının bir parçasıydı. ABD Ordusu, Wernher von Braun'u ve yakalanan diğer Alman mühendisleri 1945'te V-2 roketlerini test etmeleri için oraya gönderdi ve takip eden on yıllar boyunca ordu, çöl çalılıklarının üzerine on binlerce füze fırlatarak, araziye çarpma kraterleri ve kullanılmış roketlerle işaretledi. White Sands Füze Menzili olarak bilinen yer, sonunda 3.000 mil kareyi kapsıyordu, bu, Delaware eyaletinden daha büyük bir alandı. 1960'ların başlarında White Sands serisi yeni bir tesise sahip oldu, başlangıçta talihsiz kısaltma RAT SCAT ile bilinen (daha sonra daha az açık bir şekilde skatolojik RATSCAT olarak kısaltıldı) Radar Target Scatter Site idi.

BÖLÜM 7

MAVİ UÇAK VE F-117A

Yarışmayı kazanan Lockheed, iki prototip uçak yapma ve kazanan tasarımının aslında uçağını gösterme hakkını elde etti.

Bu ortak Hava Kuvvetleri/DARPA programı, mavi uçak kod adlı bir uçak üretecekti. Mavi uçak sağ uçarsa, Hava Kuvvetleri önemli miktarda görünmezlik uçağı için bir üretim sözleşmesi verebilirdi ki bu da yüz milyonlarca doların olduğu anlamına gelir. İşin püf noktası uçmaktı. Kelly Johnson uçaklar hakkında bir iki şey biliyordu ve Lockheed'in görünmezlik tasarımına yönelik eleştirisi – “o lanet şey asla yerden kalkmayacak” – tamamen asılsız. Lanet şeyi havaya uçurmak için, yeni muhafız bu sefer uçağı tasarlamak için değil, uçmasına yardım etmek için tekrar bilgisayarlar döndü.

Havacılığın ilk günlerinden beri pilotların önemi üzerine bir tartışma olmuştur: Pilotlar basit makine sürücüleri miydi yoksa uzman ve bağımsız profesyoneller miydi? Yıllar boyunca test pilotları, sürekli olarak sadece şoförler ya da daha kötüsü pasif yolcular olmadıklarını, uçak üzerinde kontrol sahibi olması gereken pilotlar olduklarını savundular. Dünya Savaşı'ndan sonra daha hızlı ve daha duyarlı jet uçaklarının ortaya çıkışı, insan reflekslerinin sınırlarını zorlamaya başladı ve aynı zamanda elektronik bilgisayarların ortaya çıkışı, insan pilotlara potansiyel bir yardım ve hatta belki de onlara bir alternatif sundu. Pilotlar tartışmayı kazandı. Mühendisler, bilgisayarlı uçakları uçurmak için kullanmaya başladı ama sadece yardım etmek için. İlk olarak 1959'da Mach-6 ile X-15'de uçan pilotun kontrol çubuğu hareketlerini kontrol yüzeylerinden uygun eylemlere çevirmeye yardımcı olacak bir bilgisayara sahipti ancak bilgisayar uçağı kendisi uçurmuyordu.

BÖLÜM 8

SIRLAR VE STRATEJİLER

1983'teki konuşlandırmaya kadar, görünmez uçak programı iki firma, DARPA ve Hava Kuvvetleri içindeki sıkı bir mühendis çemberiyle sınırlıydı. Hepsi, kara dünya olarak bilinen, açık, sınıflandırılmamış dünyadan oldukça ayrı bir alemde, aşırı gizlilik altında çalıştı. Yedi yıl boyunca görünmez uçak, Özel Erişim Programı olarak adlandırılan, ülkenin en yüksek derecede gizli projelerinden biriydi; programın var olduğu gerçeği bile yakından korunuyordu. Her zaman bu kadar gizli olmamıştı. Harvey Projesi, en düşük seviye olan Gizli olarak sınıflandırıldı ve sınıflandırma, XST programı aracılığıyla artırıldı; görünmez uçak, yalnızca 1976'da Have Blue ile özel erişimli siyah dünyaya girdi. Yine de antropolog Mihir Pandya'nın gösterdiği gibi, görünmez bir uçak inşa etmeye yönelik bu görünmez proje, Hawthorne ve Burbank'taki alelade ofis binalarında herkesin gözü önünde saklıydı ve gizliliği, Amerikan toplumu için Soğuk Savaş'ın derin sonuçlarını temsil ediyordu. Gizlilik için iyi sebepler vardı. 1970'lerin başlarından itibaren Sovyetler, ABD savunma ve elektronik firmalarına sızmak için Line X olarak bilinen bir KGB müdürlüğü altında güçlü bir casusluk programına sahipti. (Kitap ve film olan Şahin ve Kardan Adam, 1970'lerin ortalarında Sovyetler için casusluk yaparken yakalanan Redondo Sahili'ndeki TRW'de bir mühendise dayanıyordu.) 1981'de Fransız istihbaratı tarafından geliştirilen bir KGB kaynağı, Line X'in çabalarını ortaya çıkardı. Fransızlar, Veda Dosyası olarak bilinen dosyada ABD ile paylaştı. CIA, onları sahte tasarımlar ve planlarla besleyerek operasyonu Sovyetlere geri çevirdi. Ancak gizliliğin bedelleri de vardı. Tek bir çalışan için Gizli izin oluşturması 10.000 \$ tutabiliyordu, bu daha kapsamlı bir Çok Gizli oluşturmanın iki veya üç katıdır. Bu oluşturular haftalar veya aylar sürebiliyordu ve yeni işe alınan birinin izinleri alınana ve asıl işlerine dönene kadar "buzlukta" beklemek, kart oynamak veya make-work projeleri peşinde koşmak zorunda kaldılar.

BÖLÜM 9

TACİT BLUE

F-117A ve B-2, geniş çapta tanınan uçaklar haline gelmesine rağmen, çok az kişi Tacit Blue adlı birini duymuştur. Şimdiye kadar sadece bir tane inşa edildiğinden ve asla konuşlandırılmadığından bu belki anlaşılabilir bir durumdur. Yine de Tacit Blue projesi, iki ünlü uçak arasında çok önemli bir atlama taşı sağlayan, tamamen farklı başka bir görünmez uçağı yarattı. Tacit Blue, 1970'lerin başındaki LRRD seminerlerinin bir başka yan ürünüydü ve bu durumda yüksek teknoloji savaşı alanına ilişkin vizyonları, özellikle Soğuk Savaş'ın en ünlü askeri alanlarından biri olan, çok şükür hiçbir zaman bir savaş görmedi. Bölge, Batı Almanya ile Doğu Almanya sınırındaki Fulda Nehri boyunca bir koridor olan ve Batı Avrupa'yı herhangi bir Sovyet işgalinin varsayılan rotası olan Fulda Gap'ti. Fulda Gap, bir dizi sıradağ boyunca doğudan batıya bir yol sunuyordu. Boşluğu geçtikten sonra Sovyet tankları, Batı Almanya'nın finans merkezi ve bir hava üssü de dahil olmak üzere büyük bir Amerikan askeri merkezi olan Frankfurt'un eşiğinde olacaktı. Frankfurt'un ötesinde, Ren Nehri'ne çıkan açık, yumuşak bir arazi uzanıyordu. Bildiğimiz gibi Sovyet Kızıl Ordusu, savaş alanını bir hat değil, bir kutu haline getiren dalgalar halinde saldırılar göndererek kademe kavramını benimsedi. ABD ve NATO'nun yanıtı, ilk saldırıyı atlatmak ve takip eden kademeleri arkadan vurmak oldu. ("Derin saldırı" olarak bilinen bu birdirbir manevra, NATO'nun 1981'de kabul edilen Takip Kuvvetleri Saldırısı [FOFA] doktrininde ve 1982'de ABD Hava Kara Muharebesi doktrininde kodlanacaktır.). Sovyet kademeleri, Doğu Alman demiryolu hatlarının sonunda Sovyet tanklarının ve birliklerinin toplandığı Fulda Gap'in arkasındaki hazırlık alanında bekleyecekti.

BÖLÜM 10

EĞRİLERE KARŞI YÜZLER, B-2 YARIŞMASI

1970'lerin sonlarında, Lockheed F-117'yi üretime sokarken ve Northrop Tacit Blue'da ince ayar yaparken, her iki uçak da uçmadan çok önce Hava Kuvvetleri, bu kez stratejik bir bombardıman uçağı geliştirmek için görünmez uçak yarışmasının üçüncü turunu planlamaya başladı. Gizli uçak, nükleer silahları Sovyet savunması üzerinden gönderecekti. XST'de olduğu gibi, kazananın her şeyi aldığı bir yarışmaydı, ancak daha da büyük riskler vardı ve Lockheed ile Northrop bir kez daha dövüş için hazırlandılar.

Görünmez bombardıman uçağının stratejik mantığı, algılanan bir savunmasızlık penceresiydi. Amerika'nın caydırıcılık stratejisi nükleer üçlüye dayanıyordu: bombardıman uçakları, kara tabanlı ICBM'ler ve denizaltı tabanlı füzeler. Askeri planlamacılar, Sovyetlerin üç ayaktan birini veya ikisini etkisiz hale getirebilse de bombardıman uçaklarını veya ICBM'leri aynı anda üçünü birden ortadan kaldıramayacaklarını düşündüler. Böylece ABD, Sovyetleri bir nükleer savaş başlatmaktan caydıracak olan yıkıcı bir karşı saldırı gerçekleştirme yeteneğini koruyacaktı.

Sorun, 1970'lerin ortalarında, en azından bazı stratejistlerin gözünde, üç ayağın da ortaya çıkan zayıflıklarıydı. Giderek daha isabetli ve güçlü olan Sovyet füzeleri, sertleştirilmiş silolarında Minuteman füzelelerini yok edebilecek kapasitede görünüyordu. Buna cevaben, 1970'lerin başında ABD, Minuteman'den daha büyük ve daha isabetli ve aynı zamanda daha dayanıklı olacak yeni bir Füze X veya MX geliştirmeye başladı. Bununla birlikte, herhangi bir sistemin olası dağıtımını 1980'lere kadar geri iten diğer planların yanı sıra, MX'in ultra sertleştirilmiş silolarda veya mobil kamyonlarda veya vagonlarda en iyi nasıl konuşlandırılacağı konusunda çekişmeli bir tartışma çıktı.

BÖLÜM II

B-2 ÜRETİMİ BAŞLIYOR

Bazı Northrop mühendisleri, sözleşmeyi kazanmanın sadece bir başlangıç olduğunu fark etti. 1981 sonbaharındaki zafer partisinde Jim Kinnu, kutlamayı ayıltıcı bir mesajla yumuşattı. Toplananlara “Bugün koşmaya başlayacaksınız” dedi, “ve önümüzdeki sekiz veya dokuz yıl boyunca koşmayı asla bırakmayacaksınız, çünkü dayanıklılık en önemli şey olacak.” Kinnu, Lockheed’de F-104, P-3 ve L-1011 projelerini ilk elden görmüş ve büyük, karmaşık bir uçak yapmanın ne demek olduğunu anlamıştı. Yeni başlayanlar için, tahrik, aerodinamik, uçuş kontrolleri vb. arasında olağan üstü geri bildirim vardı, böylece herhangi bir bileşendeki değişiklikler tüm tasarımı etkilemekteydi. Havacılık ve uzay mühendisleri, arayüzleri ve farklı bileşenler arasındaki değiş tokuşları kontrol etmek için sistem mühendisliği disiplinini geliştirdiler, ancak görünmez bombardıman uçağı, radar kesitinin ek komplikasyonlarına sahipti. Ve görünmez bombardıman uçağı başka büyük zorluklar da ortaya çıkardı: kompozit malzemeleri yapmak ve daha sonra uçak şirketlerinin yaptığı, ancak şimdi asla düşünmediği ölçekte yapılar oluşturmak; görünmez uçağı ulaştırmak için gereken yakın toleranslara ulaşmak ve tamamen dijital, kablolu uçuş kontrollerini birleştirmek gerekiyordu. Kinnu ayrıca, Northrop’un ilk kez bilgisayar destekli bir tasarım ve üretim sistemi veya CAD/CAM kullanacağına karar vermişti ve tüm planlar ve çizimler kâğıt yerine bilgisayar ekranlarında düzenleniyordu. Her şeyden önce, karmaşık eğriliğe sahip bir görünmez uçağı inşa etmek, Northrop’un mühendislik ve üretim organizasyonlarına göz korkutucu bir görev yükledi. Kinnu daha sonra “Neyle karşı karşıya olduğumuzu biliyordum,” diyecekti. Bir şirket olarak nelerden geçmek zorunda kalacağımızı biliyordum.

BÖLÜM 12

GÖLGELERDEN SPOT IŞIĞA

Körfez Savaşı görünmez uçağın ilk gerçek testiydi. Irak, 1980'lerde Milyarlarca dolar değerinde, Sovyet tarzı entegre bir hava savunma sisteminde, Bağdat şehir merkezinde, Amerikan uçaklarını reddeden Vietnam Savaşı sırasında Hanoi'de konuşlandırılan savunmaların yedi katı ile çevrelenmişti. Bağdat, Moskova'dan sonra dünyanın en iyi savunulmuş ikinci şehriydi. Bu savunmalar F-117'leri göremedi. Toplam kırk iki gizli savaşçı, savaşın ilk gecesi olan 17 Ocak 1991'de hedeflenen Irak sitelerinin neredeyse üçte birini yok etti. Tüm hava taarruzu boyunca, F-117A uçuşları, toplam gücün yüzde 2'sine denk gelmesine rağmen, Irak hedeflerinin yüzde 40'ına saldırdı. Bu atılan füzelerin yüzde sekseni hedeflerine göre 10 feet içinde hedeflerine çarptı. Askeri planlamacılar hedeflerini belirli bir bina veya uçak barınağı olarak değil, belirli bir parçası olarak yeniden tanımlamaya başladılar: bir pencere diyelim veya bir kapı. Amerikan haber izleyicileri, ilk dalgadaki bir F-117'nin görev videosu ile büyülendiler ve bu da Irak'ın Hava Kuvvetleri merkezinin havalandırma deliğine akıllı bir bomba attı. Görünmez uçak, ABD'ye ezici hava üstünlüğü verdi. Elli yıl önce, II. Dünya Savaşı sırasında, Amerikan 8. Hava Kuvvetleri, Almanya üzerinden gökyüzüne gönderdiği her yirmi uçaktan birini kaybetti ve hayatta kalanların sadece üçte biri hedeflerine 1000 feet içinde bombalar düşürdü. Irak'ta hayalet uçakları hava bombardımanı hedefleri vuruyor ancak hiçbir uçak isabet almadı. İki akıllı bombaya sahip tek bir F-117, II. Dünya Savaşı'nda 648 bomba taşıyan 108 B-17 bombardıman uçağı kadar etkili oldu. Körfez Savaşı'nın kendisinde bile, otuz savaşçı her bir ECM (elektronik karşı önlem) uçağının bir hedefe, hedef başına neredeyse kırk uçak oranı ile saldırması için otuz savaş uçağı ile ECM (elektronik karşı önlem) uçağı tarafından eşlik edilen sekiz silahsız saldırı uçağı bulunmakta idi.

KAYNAKLAR

Giriş

1. Richard P. Hallion, *Storm over Iraq: Air Power and the Gulf War* (Washington, DC: Smithsonian Books, 1992), 166–76.
2. Paul Kennedy, “History from the Middle,” *Journal of Military History* 74:1 (Jan 2010), 35–51; Kennedy, *Engineers of Victory: The Problem Solvers Who Turned the Tide in the Second World War* (New York: Penguin Random House, 2013); see also Max Boot, *War Made New: Technology, Warfare, and the Course of History, 1500 to Today* (New York: New York Times Books, 2006).
3. Quoted in David Bloor, *The Enigma of the Aerofoil* (Chicago: University of Chicago Press, 2011), 9.
4. Orville Schell, “Jerry Brown: Economics in an Era of Limits,” *Los Angeles Times*, August 5, 1979; Jimmy Carter, “Energy and National Goals: Address to the Nation,” July 15, 1979 (available at <https://www.jimmycarterlibrary.gov/assets/documents/speeches/energy-crisis.phtml>).
5. Edward Berkowitz, *Something Happened: A Political and Cultural Overview of the Seventies* (New York: Columbia University Press, 2007); Dominic Sandbrook, *Mad as Hell: The Crisis of the 1970s and the Rise of the Populist Right* (New York: Penguin Random House, 2011); Daniel T. Rodgers, *Age of Fracture* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2011); David Kaiser and W. Patrick McCray, eds., *Groovy Science: Knowledge, Innovation, and American Counterculture* (Chicago: University of Chicago Press, 2016).
6. E.g., Boot, *War Made New*.

1. Bölüm

1. Guy Hartcup, *Camouflage: The History of Concealment and Deception in War* (Barnsley, England: Pen and Sword Military, 2008), 7–13; Hannah Rose Shell, *Hide and Seek: Camouflage, Photography, and the Media of Reconnaissance* (Cambridge, MA: MIT Press, 2012), 15; Tim Newark, Quentin Newark, and J. F. Borsarello, *Brassey’s Book of Camouflage* (London: Brassey’s, 1996), 8–19. On modern military organizations: William H. McNeill, *The Pursuit of Power: Technology, Armed Force, and Society since AD 1000* (Chicago: University of Chicago Press, 1982).
2. Hartcup, *Camouflage*, 14–15.
3. NRC Division of Physical Sciences, annual report for 1918, January 26, 1919 (Robert A. Millikan papers, 5/11, Caltech archives); M. Luckiesh, “The Visibility of Airplanes,” *Journal of the Franklin Institute* 187 (March 1919), 289–12 and (April 1919), 409–57.
4. Michael S. Sherry, *The Rise of American Air Power* (New Haven, CT: Yale University Press, 1987), 22–46; Sven Lindqvist, *A History of Bombing*, trans. Linda Haverty Rugg (New York: The New Press, 2001).
5. Stanley Baldwin, “The Bomber Will Always Get Through,” in *The Impact of Air Power:*

KAYNAKLAR

- National Security and World Politics, ed. Eugene M. Emme (Princeton, NJ: Van Nostrand, 1959), 51–52; Ronald W. Clark, *The Rise of the Boffins* (London: Phoenix House, 1962), 24–27. David Zimmerman, *Britain's Shield: Radar and the Defeat of the Luftwaffe* (Gloucestershire, UK: Amberley Publishing, 2001), chap. 2, gives an average detection range of 18 miles with the largest (200-foot) mirror but adds that “first detection frequently took place at less than 10 miles range.”
6. W. Bernard Carlson, *Tesla: Inventor of the Electrical Age* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2013), 381–89; Marc Raboy, *Marconi: The Man Who Networked the World* (Oxford: Oxford University Press, 2016), 582; R. V. Jones, *The Wizard War: British Scientific Intelligence, 1939–1945* (New York: Coward, McCann & Geoghegan, 1978), 15–16; Louis Brown, *A Radar History of World War II: Technical and Military Imperatives* (Bristol, UK: Institute of Physics Publishing, 1999), 40–52; Clark, *Boffins*, 41.
 7. Cat anecdote in Lt. Col. Daniel T. Kuehl, “The Radar Eye Blinded: The USAF and Electronic Warfare, 1945-1955” (PhD diss., Duke University, 1992, available at www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a265494.pdf), 16n2.
 8. Brown, *A Radar History*, 73–83; Robert Buder, *The Invention That Changed the World* (New York: Simon & Schuster, 1996), 202–5.
 9. Daniel J. Kevles, *The Physicists: The History of a Scientific Community in Modern America* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1995), 302–8, 315–23; Brown, *A Radar History*. See also Henry E. Guerlac, *Radar in World War II*, 2 vols. (New York: American Institute of Physics, 1987); Guy Hartcup, *The Effect of Science on the Second World War* (New York: Palgrave Macmillan, 2000), 18–59; Jack Nissen and A. W. Cockerill, *Winning the Radar War* (New York: St. Martin's Press, 1987).
 10. Otto Halpern, “Method and Means for Minimizing Reflection of High-Frequency Radio Waves,” US Patent 2,923,934, issued February 2, 1960; Winfield W. Salisbury, “Absorbent Body for Electromagnetic Waves,” US Patent 2,599,944, issued June 10, 1952; William H. Emerson, “Electromagnetic Wave Absorbers and Anechoic Chambers through the Years,” *IEEE Transactions on Antennas and Propagation* AP-21:4 (July 1973), 484–90. HARP and other approaches using conductive particles worked by absorbing radar and dissipating the energy as heat. The Salisbury Screen worked by reflecting radar waves; spacing the reflective surfaces a quarter wavelength apart caused the reflected waves to interfere destructively with incident waves and cancel them out.
 11. “Nazis Were Close to Building Stealth Bomber That Could Have Changed Course of History,” *Daily Telegraph*, July 8, 2009; Thomas L. Dobrenz, Aldo Spadoni, and Michael Jorgensen, “Aviation Archeology of the Horten 229 V3 aircraft,” 10th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations (ATIO) Conference, Proceedings, AIAA report 2010–14 (September 2010), 1–9. See the analysis by the Smithsonian's National Air and Space Museum, “Is It Stealth?” (available at airandspace.si.edu/collections/horten-ho-229-v3/about/is-it-stealth.cfm).
 12. Von Hardesty and Ilya Grinberg, *Red Phoenix Rising: The Soviet Air Force in World War II* (Lawrence: University Press of Kansas, 2012), 8; Andrew Krepinevich and Barry Watts, *The Last Warrior: Andrew Marshall and the Shaping of the Modern American Defense Strategy* (New York: Hachette Book Group, 2015), 130–31; Steven J. Zaloga, *The Kremlin's Nuclear Sword: The Rise and Fall of Russia's Strategic Nuclear Forces, 1945–2000* (Washington, DC: Smithsonian Books, 2002), 166–67.
 13. Col. Gen. Yuriy Votintsev, “Unknown Troops of an Extinct Superpower,” *Voyenno-Istoricheskiy Zhurnal* 9 (1993), 26–38, and 11 (1993), 12–27; Steven J. Zaloga, “Defending the Capitals: The First Generation of Soviet Strategic Air Defense Systems, 1950–1960,” *Journal of Slavic Military Studies* 10:4 (1997), 30–43; James D. Crabtree, *On Air Defense* (Westport, CT: Praeger, 1994), 106–13.

KAYNAKLAR

14. L. A. DuBridge, E. M. Purcell, G. E. Valley, and G. A. Morton, *Radar and Communications*, vol. 11 of Army Air Forces Scientific Advisory Group, *Toward New Horizons* (Dayton, OH: AAF Scientific Advisory Group, 1946), 166, emphasis in original.
15. William F. Bahret interview by Squire L. Brown, August 22, 2006, Cold War Aerospace Technology History Project, Wright State University Archives.
16. William F. Bahret interview by Squire L. Brown, May 27, 2009, Cold War Aerospace Technology History Project, Wright State University Archives.
17. Bahret interview, August 22, 2006.
18. On another aspect of Ohio State's Cold War research, geodesy, see John Cloud, "Crossing the Olentangy River: The Figure of the Earth and the Military-Industrial-Academic-Complex, 1947–1972," *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 31:3 (2000), 371–404.
19. John Walsh, "Willow Run Laboratories: Separating from the University of Michigan," *Science* 177 (August 18, 1972), 594–96; see also Thomas B.A. Senior, "Radlab History" May 2011 (available at eecs.umich.edu/radlab/images/history.pdf).
20. K. M. Siegel and H. A. Alperin, "Studies in Radar Cross Sections III—Scattering by a Cone," Willow Run Research Center, University of Michigan, report UMM-87 (January 1952); K. M. Siegel et al., "Studies in Radar Cross Sections, XII: Summary of Radar Cross-Section Studies under Project Miro," Willow Run Research Center, University of Michigan, UMM-127 (December 1953); J. W. Crispin, Jr., R. F. Goodrich, and K. M. Siegel, "A Theoretical Method for the Calculation of the Radar Cross Sections of Aircraft and Missiles," July 1959 (available at www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/227695.pdf).
21. Leon Peters Jr., "A Brief History of the ElectroScience Laboratory" (available at <https://electroscience.osu.edu/sites/electroscience.osu.edu/files/uploads/about/history.pdf>).
22. Kuehl, "The Radar Eye Blinded," 252. On the Quail, see Glenn A. Kent, *Thinking about America's Defense: An Analytical Memoir* (Santa Monica, CA: Rand Corporation, 2008), 149–53.
23. Bernard C. Nalty, *Tactics and Techniques of Electronic Warfare: Electronic Countermeasures in the Air War against North Vietnam, 1965–1973* (Newtown, CT: Defense Lion Publications, 2013); Richard P. Hallion, *Storm over Iraq: Air Power and the Gulf War* (Washington, DC: Smithsonian Books, 1992), 57–61. On the Christmas Bombings: Marshall Michel, *The Eleven Days of Christmas: America's Last Vietnam Battle* (New York: Encounter Books, 2002). On the Arab-Israeli war: Dima Adamsky, *The Culture of Military Innovation* (Stanford, CA: Stanford University Press, 2010), 94, and David C. Aronstein and Albert C. Piccirillo, *Have Blue and the F-117A: Evolution of the "Stealth Fighter"* (Reston, VA: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1997), 11.
24. On American estimates of Soviet capabilities: Phillip A. Karber and Jerald A. Combs, "The United States, NATO, and the Soviet Threat to Western Europe: Military Estimates and Policy Options, 1945–1963," *Diplomatic History* 22:3 (1998), 399–29; on NATO forces and the second Soviet echelon: Michael J. Sterling, "Soviet Reactions to NATO's Emerging Technologies for Deep Attack," RAND report N-2294-AF (August 1985), 3.
25. William E. Odom, *The Collapse of the Soviet Military* (New Haven, CT: Yale University Press, 1998), 722–75; Adamsky, *Culture of Military Innovation*, chap. 2; Mikkel Nadby Rasmussen, *The Risk Society at War: Terror, Technology, and Strategy in the Twenty-First Century* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006), 46.
26. The story of the CIA's efforts on Palladium in these paragraphs is taken from Gene Poteat, "Stealth, Countermeasures, and ELINT, 1960–1975" (2008), available at https://www.cia.gov/library/readingroom/docs/stealth_%20count.pdf.
27. Alan Brown interview, November 15, 2010.
28. On the Fighter Mafia: Robert Coram, *Boyd: The Fighter Pilot Who Changed the Art of War* (New York: Hachette Book Group, 2002); Grant Hammond, *The Mind of War: John Boyd and American Security* (Washington, DC: Smithsonian Books, 2004). For a dimmer view of Boyd, see Kent, *Thinking about America's Defense*, 172–79.
29. Brown interview.

2. Bölüm

1. Ann Markusen, Peter Hall, Scott Campbell, and Sabina Dietrick, *Rise of the Gunbelt: The Military Remapping of Industrial America* (New York: Oxford University Press, 1991), 93; on the aerospace industry in Southern California, see also Allen J. Scott, *Technopolis: High-Technology Industry and Regional Development in Southern California* (Berkeley: University of California Press, 1993); Roger Lotchin, *Fortress California, 1910–1961: From Warfare to Welfare* (New York: Oxford University Press, 1992); and Peter J. Westwick, ed., *Blue Sky Metropolis: The Aerospace Century in Southern California* (Berkeley: University of California Press, 2012).
2. Greg Hise, *Magnetic Los Angeles: Planning the Twentieth-Century Metropolis* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1997), 117; Peter J. Westwick, introduction to Westwick, *Blue Sky Metropolis*, 4; on Chandler and Douglas: David Halberstam, *The Powers That Be* (New York: Knopf, 1975), 114.
3. Richard P. Hallion, “The Impact of the California Institute of Technology on American Air Transport and Aeronautical Development, 1926–1941,” appendix 1 in *Legacy of Flight: The Guggenheim Contribution to American Aviation* (Seattle, 1977).
4. Anita Seth, “Los Angeles Aircraft Workers and the Consolidation of Cold War Politics,” in Westwick, *Blue Sky Metropolis*, 79–104.
5. Scott, *Technopolis*.
6. George Paulikas interview with Volker Janssen, September 4, 2009.
7. Richard Neutra, *Life and Shape* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1962), 207.
8. Carey McWilliams, *Southern California: An Island on the Land* (Salt Lake City: Gibbs Smith, 1946), 369.
9. Kevin Starr, *Golden Dreams: California in an Age of Abundance* (New York: Oxford University Press, 2009), xi, 219.
10. Stuart W. Leslie, “Spaces for the Space Age: William Pereira’s Aerospace Modernism,” in Westwick, *Blue Sky Metropolis*, 127–58, and Leslie, “Aerospaces: Southern California Architecture in a Cold War World,” *History and Technology* 29:4 (2013), 331–68.
11. Starr, *Golden Dreams*, 414; Matt Warshaw, *The History of Surfing* (San Francisco: Chronicle Books, 2010), 48; Jesse Birnbaum and Tim Tyler, “California: A State of Excitement,” *Time*, November 7, 1969, 60–66; Wallace Stegner, “California: The Experimental Society,” *Saturday Review*, September 23, 1967, 28. Stegner’s actual quote: “Like the rest of America, California is unformed, innovative, ahistorical, hedonistic, acquisitive, and energetic—only more so.”
12. Norman Mailer, *Of a Fire on the Moon* (New York: Little, Brown, 1970), 430.
13. On intersections of the counterculture with science and technology in the late 1960s and 1970s, see David Kaiser and W. Patrick McCray, *Groovy Science: Knowledge, Innovation, and American Counterculture* (Chicago: University of Chicago Press, 2016).
14. Tom Morgenfeld interview, July 26, 2011.
15. Leslie, “Aerospaces” and “Spaces for the Space Age.”
16. Stephanie Young, “‘Would Your Questions Spoil My Answers?’ Art and Technology at the RAND Corporation,” in *Where Minds and Matters Meet: Technology in California and the West*, ed. Volker Janssen (Berkeley: University of California Press, 2012), 293–320; Lawrence Weschler, *Seeing Is Forgetting the Name of the Thing One Sees: A Life of Contemporary Artist Robert Irwin* (Berkeley: University of California Press, 1982), 125–31.
17. Ted Johnson, “A Tour de Force,” *Los Angeles Times*, April 20, 1995.
18. On aerospace and surfing, see Peter Westwick and Peter Neushul, *The World in the Curl: An Unconventional History of Surfing* (New York: Crown Publishers (Random House), 2013), 98–103, 106–8, 222–24; on the windsurfer, see James R. Drake, “Wind Surfing: A New Concept in Sailing,” RAND report P-4076 (Santa Monica, CA, 1969). Drake obtai-

KAYNAKLAR

- ned the patent on the windsurfer together with his friend Hoyle Schweitzer, though others, most notably S. Newman Darby, claimed to have earlier invented a similar craft. Drake's design, however, became the popular standard.
19. David Livingstone, *Putting Science in Its Place* (Chicago: University of Chicago Press, 2003); on Soviet aircraft: Scott W. Palmer, *Dictatorship of the Air: Aviation Culture and the Fate of Modern Russia* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006), and Leon Trilling, "Styles of Military Technical Development: Soviet and U.S. Jet Fighters, 1945–1960," in *Science, Technology, and the Military*, ed. Everett Mendelsohn, Merritt Roe Smith, and Peter Weingart (Dordrecht: Springer, 1988), 155–85.
 20. Eric Avila, *Popular Culture in an Age of White Flight: Fear and Fantasy in Suburban Los Angeles* (Berkeley: University of California Press, 2004), 106–44, quote on 115.
 21. Neal Gabler, *Walt Disney: The Triumph of the American Imagination* (New York: Knopf, 2006), 580; James D. Skee, "By the Numbers: Confidence, Consultants, and the Construction of Mass Leisure, 1953–1975" (PhD diss., UC Berkeley, 2016). See also "Disneyland's Enchanted Tiki Room and the Invention of Audio-Animatronics," *Entertainment Designer*, December 3, 2011.
 22. Ray Bradbury, "The Machine-Tooled Happyland," *Holiday*, October 1965, 100–104.
 23. Richard Scherrer email to Westwick, November 24, 2015.
 24. Robert C. Post, *High Performance: The Culture and Performance of Drag Racing, 1950–2000* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2001), 81–82, 172.
 25. *On the history of Arrow and Disneyland: Robert Reynolds, Roller Coasters, Flumes and Flying Saucers* (Minneapolis: Northern Lights, 1999).
 26. Scherrer email.
 27. Carey McWilliams, *Southern California: An Island on the Land* (Salt Lake City: Gibbs Smith, 1946); Starr, *Golden Dreams*, and other books in Starr's *Americans and the California Dream* series; Mike Davis, *City of Quartz: Excavating the Future in Los Angeles* (New York: Verso, 1992); Avila, *Popular Culture in an Age of White Flight*, 106–44.
 28. *Aviation Week* quoted in David Beers, *Blue Sky Dream: A Memoir of America's Fall from Grace* (New York: Doubleday, 1996), 135; job statistics from fig. 1 in Gavin Wright, "World War II, the Cold War, and the Knowledge Economies of the Pacific Coast," paper for conference "World War II and the West It Wrought," Stanford University, April 4–5, 2017. I thank Prof. Wright for permission to cite his paper.
 29. Lisa McGirr, *Suburban Warriors: The Origins of the New American Right* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2001), on 240.
 30. Michael Davie, *California: The Vanishing Dream* (New York: Dodd, Mead, 1972), xi.
 31. David De Voss, "Whatever Happened to California?" *Time*, July 18, 1977.
 32. On California as the epitome of "a world of make-believe," see Daniel Bell, *The Cultural Contradictions of Capitalism*, 20th anniversary ed. (New York: Basic Books, 1996), 72.

3. Bölüm

1. Sharon Weinberger, *The Imagineers of War: The Untold Story of DARPA, the Pentagon Agency That Changed the World* (New York: Knopf, 2017); Roger Geiger, *Research and Relevant Knowledge: American Research Universities since World War II* (New York: Oxford University Press, 1993), 190–91.
2. William D. O'Neil, "What to Buy? The Role of Director of Defense Research and Engineering (DDR&E): Lessons from the 1970s," *Institute for Defense Analyses, IDA paper P-4675* (Alexandria, VA, January 2011), v, 20–22, 49–54.
3. J. J. Martin, memo on DNA New Alternatives Workshop, June 17, 1985 (Albert J. and Roberta Wohlstetter papers, box 88, folder 22, Hoover Institution archives); Joseph Braddock to Albert Wohlstetter and George Blanchard, February 25, 1985 (Wohlstetter papers, box

KAYNAKLAR

- 89, folder 6); Henry Rowen interview, January 12, 2010; Richard H. Van Atta and Michael J. Lippitz, *Transformation and Transition: DARPA's Role in Fostering an Emerging Revolution in Military Affairs*, vol. 1, Overall Assessment, Institute for Defense Analyses, IDA paper P-3698, April 2003 (available at www.fas.org/irp/agency/dod/idarma.pdf), S-2, 6–8; Stephen J. Lukasik, "Towards Discriminate Deterrence," in *Nuclear Heuristics: Selected Writings of Albert and Roberta Wohlstetter*, ed. Robert Zarate and Henry Skolnik (Carlisle, PA: Strategic Studies Institute, 2009), 512–15.
4. For Stealth engineers and model airplanes: Alan Brown interview, November 15, 2010; John Cashen interview, December 15, 2010; James Kinnu interview by Volker Janssen, December 8, 2010; Steven R. Smith interview by Janssen, February 21, 2011. See also John (Jack) C. Duffendack interview by Bill Deverell, Sherman Mullin, and Peter Westwick, June 12, 2008.
 5. Philip J. Klass, "Mini-RPVs Tested for Battlefield Use," *Aviation Week and Space Technology*, January 22, 1973, 76–78; Kent Kresa and Col. William F. Kirlin, "The Mini-RPV Program: Big Potential, Small Cost," *Astronautics and Aeronautics*, September 1974, 48–62; Thomas P. Ehrhard, *Air Force UAVs: The Secret History*, Mitchell Institute report, July 2010 (DTIC report ADA526045), 20.
 6. Mini-RPV RCS values from Kresa and Kirlin, "The Mini-RPV Program." F-15 RCS value from "Radar Cross Section," www.globalsecurity.org/military/world/stealth-aircraft-rcs.htm.
 7. "Stealth" is used in Kresa and Kirlin, "The Mini-RPV Program." For the story about the ZSU-23 test: Cashen interview.
 8. Dennis Jarvi, "William Elsner," in *Pioneers of Stealth*, ed. John Griffin (Morrisville, NC: Lulu.com, 2017), 151–52; Irv Waaland interview by Volker Janssen, November 15, 2010; Cashen interview.
 9. Waaland interview; Cashen interview; "Ken Perko," in Griffin, *Pioneers of Stealth*, 264–66.
 10. Malcolm Currie interview, May 9, 2013; Weinberger, *Imagineers of War*, 246; Van Atta and Lippitz, *Transformation*, 8.
 11. David C. Aronstein and Albert C. Piccirillo, *Have Blue and the F-117A: Evolution of the "Stealth Fighter"* (Reston, VA: American Institute of Aeronautics & Astronautics, 1997), 13–14; Weinberger, *Imagineers of War*, 243–44.
 12. James P. Stevenson, *The \$5 Billion Misunderstanding: The Collapse of the Navy's A-12 Stealth Bomber Program* (Annapolis, MD: Naval Institute Press, 2001), 11–19; Weinberger, *Imagineers of War*, 241–44; O'Neil, "What to Buy," 61–65. Aronstein and Piccirillo say that there was no actual Project Harvey at DARPA, but Stevenson cites memos that refer to it.
 13. Aronstein and Piccirillo, *Have Blue and the F-117A*, 13–15.
 14. Cashen interview.
 15. Currie interview; Aronstein and Piccirillo, *Have Blue and the F-117A*, 28; Jones quoted in O'Neil, "What to Buy," 64–65; Stevenson, *The \$5 Billion Misunderstanding*, 19–23.
 16. Aronstein and Piccirillo, *Have Blue and the F-117A*, 15; Alan Brown interview, November 15, 2010; Ben R. Rich and Leo Janos, *Skunk Works: A Personal Memoir of My Years at Lockheed* (New York, 1994), 23–25. The sources conflict on which Lockheed engineer got wind of the Stealth contest: some say it was Warren Gilmour (Alan Brown; Rich and Janos); others (Overholser; Aronstein and Piccirillo) say Ed Martin; others (Weinberger and O'Neil, both apparently following Chuck Myers interviews) say Rus Daniell. Weinberger, *Imagineers of War*, 248–49; O'Neil, "What to Buy," 64.
 17. McDonnell Douglas had designed a low-radar-cross-section aircraft with a curving planform and curved leading and trailing edges. When the design looked like it would fail, Perko encouraged them to team with Teledyne Ryan, which like McDonnell Douglas had earlier built some of the stealthy RPVs. Aronstein and Piccirillo, *Have Blue and the F-117A*, 26.
 18. "Ken Perko," in Griffin, *Pioneers of Stealth*, 264–66; Aronstein and Piccirillo, *Have Blue and the F-117A*, 28–29.

4. Bölüm

1. For the history of Lockheed, see Walter J. Boyne, *Beyond the Horizons: The Lockheed Story* (New York: St. Martin's Press, 1998); Sherman N. Mullin, "Robert E. Gross and the Rise of Lockheed: The Creative Tension between Engineering and Finance," in *Blue Sky Metropolis: The Aerospace Century in Southern California*, ed. Peter J. Westwick (Berkeley: University of California Press, 2012), 57–78; Wayne Biddle, *Barons of the Sky: From Early Flight to Strategic Warfare: The Story of the American Aerospace Industry* (New York: Simon & Schuster, 1991).
2. Mullin, "Robert E. Gross."
3. Boyne, *Beyond the Horizons*, 358–68, 428.
4. "Performance Problem," assignment for Aeronautics 1, January 1931 (Clarence L. Johnson papers, box 12, folder 1, Huntington Library); Clarence L. Johnson, *Kelly: More than My Share of It All* (Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1985).
5. Johnson, Kelly; Ben R. Rich and Leo Janos, *Skunk Works: A Personal Memoir of My Years at Lockheed* (New York: Little, Brown, 1994), 113–14.
6. Johnson, Kelly, 139, 161.
7. Ben Rich notebook on aerothermodynamics, c. late 1950s (Ben Rich papers, box 9, folder 1, Huntington Library).
8. Rich and Janos, *Skunk Works*, 62–63, 291.
9. Rich and Janos, *Skunk Works*, 281–89.
10. Paul A. Suhler, *From Rainbow to Gusto: Stealth and the Design of the Lockheed Blackbird* (Reston, VA: American Institute of Aeronautics & Astronautics, 2009), 13–30; Peter W. Merlin, *Images of Aviation: Area 51* (Charleston, SC: Arcadia Publishing, 2011), 26–27.
11. Edward Baldwin, Archangel notebook, 1957–58, and blueprints of B-2 and other models up to the A-11A (Edward P. Baldwin papers, box 1, National Air and Space Museum archives, Udvar-Hazy Center); Suhler, *From Rainbow to Gusto*, 55–86; Edward Lovick Jr., *Radar Man: A Personal History of Stealth* (New York: iUniverse, 2010), 118–19.
12. Frank Rodgers quoted in Suhler, *From Rainbow to Gusto*, 85–86, also on 90; Norm Taylor seconded Rodgers's account. See also Lovick, *Radar Man*, 116–17.
13. Suhler, *From Rainbow to Gusto*, 137, 159, 163.
14. Suhler, *From Rainbow to Gusto*, 11–13, 123, 142.
15. Suhler, *From Rainbow to Gusto*, 172–75.
16. Lovick, *Radar Man*, 125–26; Suhler, *From Rainbow to Gusto*, 197, 203; Merlin, *Images of Aviation*, 63–66.
17. Suhler, *From Rainbow to Gusto*, 180. The B-47, though only a few feet longer than the A-12, had twice the wingspan.
18. Pyotr Ufimtsev interview, October 23, 2016. Unless otherwise indicated, material in these paragraphs is from this interview.
19. P. Ya. Ufimtsev, "The 50-Year Anniversary of the PTD: Comments on the PTD's Origin and Development," *IEEE Antennas and Propagation Magazine* 55:3 (June 2013), 18–28.
20. A. Sommerfeld, "Theorie der Beugung," in *Die Differential – und Integralgleichungen der Mechanik und der Physik*, vol. 2, ed. P. Frank (Physics) (Braunschweig, 1927).
21. J. B. Keller, "Geometrical Theory of Diffraction," *Journal of the Optical Society of America* 52:2 (1962), 116–30.
22. P. Ya. Ufimtsev, *Metod krayevykh Voln v Fizicheskoy Teorii Difraksii* (Izd-Vo Sovetskoye Radio, 1962), translated as *Method of Edge Waves in the Physical Theory of Diffraction* (report FTD-HC-23-259-71, USAF Foreign Technology Division, September 1971). For a general introduction to Ufimtsev's theory, see Pyotr Y. Ufimtsev, "Comments on Diffraction Principles and Limitations of RCS Reduction Techniques," *Proceedings of the IEEE* 84:12 (1996), 1830–51; also Kenneth Mitzner, foreword to *Theory of Edge Diffraction in Electromagnetics*, ed. Pyotr Ufimtsev (Raleigh, NC: Tech Science Press, 2009), v–x.

KAYNAKLAR

23. Ufimtsev interview; Ufimtsev, "50-Year Anniversary of the PTD," 20.
24. Ufimtsev interview.
25. Michael Gordin, *Scientific Babel: How Science Was Done before and after Global English* (Chicago: University of Chicago Press, 2015), 213–66.
26. Kenneth Mitzner interview, January 25, 2016; John Cashen interview, December 16, 2010; Ufimtsev's report is cited as a machine translation in Richard D. Moore, "Translator's Note," in Ufimtsev, *Theory of Edge Diffraction in Electromagnetics*, xiii–xiv.
27. Mitzner, foreword to Ufimtsev, *Theory of Edge Diffraction in Electromagnetics*, v–x, on v. On Soviet contributions to US military technology in the Cold War, such as Stealth and the x-ray laser for SDI, see Peter Westwick, "The International History of the Strategic Defense Initiative: Economic Competition in the Late Cold War," *Centaurus*, 52 (2010), 338–351, and Mihir Pandya, "Security, Information, Infrastructure," talk at American Anthropological Association annual meeting, 2016.
28. Moore, "Translator's Note."
29. Richard Scherrer to Westwick, November 24, 2015; David C. Aronstein and Albert C. Piccirillo, *Have Blue and the F-117A: Evolution of the "Stealth Fighter"* (Reston, VA: Institute of Aeronautics & Astronautics, 1997), 16–17.
30. Lovick, *Radar Man*, 186.
31. Capi Lynn, "Secret Weapon for Stealth Tech Is from Dallas," *Salem Statesman- Journal*, April 16, 2016; Denys Overholser telephone interview, March 9, 2018.
32. Rich in Rich and Janos, *Skunk Works*, 29; Overholser interview.
33. Overholser interview.
34. Overholser interview.
35. Aronstein and Piccirillo, *Have Blue and the F-117A*, 16–18.
36. Aronstein and Piccirillo, *Have Blue and the F-117A*, 18–20.
37. Lovick, *Radar Man*, 187.
38. Rich and Janos, *Skunk Works*, 26.
39. Aronstein and Piccirillo, *Have Blue and the F-117A*, 20–21.
40. Richard Scherrer to John Griffin, August 9, 1996 (courtesy of Scherrer).
41. Andrew Baker interview with Volker Janssen, May 5, 2010; Lovick, *Radar Man*, 188; Scherrer to Westwick; Scherrer to Louis Dachs, June 1, 1994 (courtesy of Scherrer).
42. Brown interview; Aronstein and Piccirillo, *Have Blue and the F-117A*, 21, 30.
43. Brown interview; Scherrer to Griffin.
44. Scherrer to Dachs.
45. Scherrer to Westwick, emphasis added; Rich and Janos, *Skunk Works*, 119.
46. Scherrer to Westwick.
47. Scherrer to Westwick.
48. "F-117A Cost Performance and Contracts History," n.d. (Ben Rich papers, box 2, folder 10); Aronstein and Piccirillo, *Have Blue and the F-117A*, 27–29; James P. Stevenson, *The \$5 Billion Misunderstanding: The Collapse of the Navy's A-12 Stealth Bomber Program* (Annapolis, MD: US Naval Institute Press, 2001), 19–23.
49. Ben Rich, handwritten notes on *Have Blue*, n.d. (Rich papers, box 2, folder 10); on Baldwin's work on the aft fuselage: Sherman Mullin email to Westwick, October 21, 2017.
50. Brown interview.
51. Bill Sweetman, *Inside the Stealth Bomber* (Osceola, WI: Zenith Press, 1999), 50.
52. "Shouting matches" in Aronstein and Piccirillo, *Have Blue and the F-117A*, 30; "tin shed" in Ken Dyson and Robert Loschke interview, January 9, 2012.

KAYNAKLAR

5. Bölüm

1. Wayne Biddle, *Barons of the Sky: From Early Flight to Strategic Warfare: The Story of the American Aerospace Industry* (New York: Simon & Schuster, 1991), 68–70, 150–51.
2. Fred Anderson, *Northrop: An Aeronautical History* (Century City, CA: Northrop Corporation, 1976), 1–7; Biddle, *Barons*, 268–69.
3. Tony Chong, *Flying Wings and Radical Things* (Forest Lake, MN: Specialty Press, 2016), 22–25; Anderson, *Northrop*, 44.
4. Chong, *Flying Wings*, 12–13; Biddle, *Barons*, 268.
5. Anderson, *Northrop*, 90–113; Chong, *Flying Wings*, 25, 39–42.
6. Bud Baker, “Clipped Wings: The Death of Jack Northrop’s Flying Wing Bombers,” *Acquisition Review Quarterly* 8:3 (2001), 197–219; Biddle, *Barons*, 314–15. Northrop dated the meeting to 1949, but it most likely occurred in July 1948.
7. Baker, “Clipped Wings.”
8. Douglas A. Lawson, “Pterosaur from the Latest Cretaceous of West Texas: Discovery of the Largest Flying Creature,” *Science* 187 (March 14, 1975), 947–48, and “Could Pterosaurs Fly?” *Science* 188 (May 15, 1975), 676–77; Malcolm W. Browne, “2 Rival Designers Led the Way to Stealthy Warplanes,” *New York Times*, May 14, 1991.
9. “Technology: A Place in Space,” *Time* (October 27, 1961), 89–94. For Jones’s biography, see Thomas V. Jones interviews with William Deverell and Dan Lewis, October 10, 2005, with William Deverell, March 3, 2006, and with Peter Westwick, February 16, 2010; “Thomas V. Jones,” *Aviation Week & Space Technology* 176:1 (January 13, 2014), 11; Ralph Vartabedian, “Thomas V. Jones,” *Los Angeles Times*, January 9, 2014.
10. Bill Sing and Jonathon Peterson, “Northrop’s Jones to Retire,” *Los Angeles Times*, April 21, 1989; George White, “Maverick Who Helped Build Northrop Leaves,” *Los Angeles Times*, September 20, 1990; Ralph Vartabedian, “Thomas V. Jones,” *Los Angeles Times*, January 9, 2014.
11. Jones interview with Westwick. I thank Tony Chong for the correct sales figures for the F-5 and T-38.
12. John Newhouse, *The Sporty Game* (New York: Knopf, 1982), 57; Northrop Annual Report, 1974 (ProQuest historical annual reports).
13. Sing and Peterson, “Northrop’s Jones to Retire”; White, “Maverick Who Helped Build Northrop Leaves”; Vartabedian, “Thomas V. Jones.”
14. Northrop Annual Report, 1960 and 1974 (ProQuest historical annual reports); Harold D. Watkins [“weathering”], “Notoriety or Not, Northrop, Jones Going Strong,” *Los Angeles Times*, November 30, 1975; “Jones Reinstated as Northrop Chief,” *Los Angeles Times*, February 19, 1976.
15. “Technology: A Place in Space.”
16. On emergence of the term: Oxford English Dictionary, s.v. “aerospace.”
17. “SM-62: Analysis of Weapon System Effectiveness,” Northrop Corporation, n.d. (c. 1957) (Northrop Grumman historical files [hereafter NGC], box 183, folder 7, Huntington Library); “Snark-infested waters” is in Kenneth P. Werrell, “The Evolution of the Cruise Missile,” Air University Press, September 1985 (NGC, box 183, folder 13), and Werrell, “Northrop Snark: The Case Study of Failure,” *American Aviation Historical Society Journal* (Fall 1988), 191–204; Jones quoted in Julian Hartt, “This Deterrent Missile Can Force Foe out of Business,” *LA Examiner*, October 20, 1959.
18. Moe Star obituary, *Los Angeles Times*, June 3, 2010; Cynthia Sanz, “Brooklyn’s Polytech, a Storybook Success,” *New York Times*, January 5, 1986. The obituary lists Star’s college as City College of New York, but Ken Mitzner says Star went to Brooklyn Poly, which seems a more likely story given its strength in radar electronics. Kenneth Mitzner interview, January 25, 2016.

KAYNAKLAR

19. Mitzner interview; John Cashen interview, April 25, 2014 (hereafter Cashen 2); Irv Waaland interview, October 7, 2015.
20. Jones interview with Westwick; David C. Aronstein and Albert C. Piccirillo, *Have Blue and the F-117A: Evolution of the "Stealth Fighter"* (Reston, VA: American Institute of Aeronautics & Astronautics, 1997), 24.
21. J. W. Crispin Jr., R. F. Goodrich, and K. M. Siegel, "A Theoretical Method for the Calculation of the Radar Cross Sections of Aircraft and Missiles," July 1959 (available at <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/227695.pdf>), 117, 133.
22. John Cashen interview, December 15, 2010 (hereafter Cashen 1); Paul Kaminski interview, September 20, 2017. See also William F. Bahret interview with Squire Brown, May 27, 2009, Wright State University Archives. On British contributions: Bill Sweetman, "Technically Speaking: Stealth before Stealth," *Air and Space Magazine*, April 2016.
23. Fred K. Oshiro and Charles W. Su, "A Source Distribution Technique for the Solution of General Electromagnetic Scattering Problems: Phase I Report," Northrop Corporation report NOR-65-271, October 13, 1965 (available at www.dtic.mil/get-tr-doc/pdf?ad=AD0624586), 1.
24. Oshiro and Wu, "A Source Distribution Technique."
25. Denys Overholser telephone interview, March 9, 2018.
26. Northrop Aircraft Division, "Engineering Capabilities," August 31, 1971 (NGC, box 184, folder 25).
27. Cashen 1.
28. Source for this and preceding paragraphs: Cashen 1.
29. Cashen 2; Ben R. Rich and Leo Janos, *Skunk Works: A Personal Memoir of My Years at Lockheed* (New York: Little, Brown, 1994), 306.
30. Waaland interview with Volker Janssen, November 10, 2010.
31. Cashen 1 and 2; Waaland interview with Westwick; Kinnu; Hal Maninger interview, September 28, 2017.
32. Waaland interview with Westwick.
33. Cashen 1; Waaland interview with Westwick.
34. Sybil Francis, "Warhead Politics: Livermore and the Competitive System of Nuclear Weapon Design" (PhD dissertation, MIT, 1996); Anne Fitzpatrick, "Igniting the Elements: The Los Alamos Thermonuclear Project, 1942-1952," Los Alamos National Laboratory, LA-13577-T, July 1999.
35. Paul Ceruzzi, *Beyond the Limits: Flight Enters the Computer Age* (Cambridge, MA: MIT Press, 1989), 20-30.
36. Cashen 2; Ken Dyson and Robert Loschke interview, January 9, 2012.
37. Waaland interview with Westwick.

6. Bölüm

1. Ryan H. Edgington, *Range Wars: The Environmental Contest for White Sands Missile Range* (Lincoln: University of Nebraska Press, 2014).
2. H. C. Marlow et al., "The RAT SCAT Cross-Section Facility," *Proceedings of the IEEE* 53:8 (1965), 946-54.
3. David C. Aronstein and Albert C. Piccirillo, *Have Blue and the F-117A: Evolution of the "Stealth Fighter"* (Reston, VA: American Institute of Aeronautics & Astronautics, 1997), 31-32; Edward Lovick Jr., *Radar Man: A Personal History of Stealth* (New York: iUniverse, 2010), 191-92; Denys Overholser interview, March 9, 2018.
4. Lovick, *Radar Man*, 193; Carl S. Carter, "White Gypsum Footprints," in *Pioneers of Stealth*, ed. John Griffin (Morrisville, NC: Lulu.com, 2017), 354-55.
5. Lovick, *Radar Man*, 193, 196.

KAYNAKLAR

6. John Cashen interview, December 15, 2010 (hereafter Cashen 1).
7. M. P. O'Brien in 1962, quoted in Sherman N. Mullin, "Military Aircraft Engineering Manager: The First Two Years, 1968–1970," unpublished paper.
8. Cashen 1.
9. Bill Sweetman, "Invisible Men," *Air & Space*, April/May 1997, 24.
10. John Cashen interview, April 25, 2014 (hereafter Cashen 2).
11. Cashen 2 (including Rivas quote); Kenneth Mitzner interview, January 25, 2016.
12. E.g., Kai Bird and Martin J. Sherwin, *American Prometheus: The Triumph and Tragedy of J. Robert Oppenheimer* (New York: Vintage, 2005), 256; Richard Rhodes, *The Making of the Atomic Bomb* (New York: Simon & Schuster, 1986); *The Day after Trinity*, documentary, dir. Jon Else (1981). Cashen made the analogy explicit, by consciously modeling Northrop engineering meetings on Oppenheimer's colloquia at Los Alamos (Cashen 1).
13. Irving Waaland interview with Westwick, October 7, 2015.
14. Overholser in Ben R. Rich and Leo Janos, *Skunk Works: A Personal Memoir of My Years at Lockheed* (New York: Little, Brown, 1994), 36.
15. Alan Brown interview, November 15, 2010; Aronstein and Piccirillo, *Have Blue and the F-117A*, 32.
16. Ken Dyson and Robert Loschke interview, January 9, 2012; Brown interview.
17. Overholser interview; Cashen email to Westwick, March 12, 2018.
18. Lovick attributes the ball-bearing idea to Ed Martin (Radar Man, 189–90). Overholser attributes it to Merrill Skolnik, a radar expert at Lincoln Lab who brought up the ball bearing as a way to ridicule Lockheed's claims (Overholser interview).
19. Lovick, *Radar Man*, 190. Lovick gives the radar frequency as 15 GHz, although that may be too high.
20. Brown interview; Cashen 1; Waaland interview with Westwick. On Damaskos's earlier role on the SR-71: Lovick, *Radar Man*.
21. Alan Brown email to author, September 22, 2018.
22. Cashen 1; Irv Waaland interview with Volker Janssen, November 15, 2010; Brown interview; Ben Rich, handwritten notes on *Have Blue*, n.d. (Ben Rich papers, box 2, folder 10, Huntington Library).
23. Overholser interview.
24. Waaland interview with Janssen; Cashen 1.
25. Rebecca Grant, *B-2: The Spirit of Innovation*, Northrop Grumman Aeronautical Systems, report NGAS 13–0405 (2013, available at www.northropgrumman.com/Capabilities/B2SpiritBomber/Documents/pageDocuments/B-2-Spirit-of-Innovation.pdf), 11.

7. Bölüm

1. David A. Mindell, *Digital Apollo: Human and Machine in Spaceflight* (Cambridge, MA: MIT Press, 2008); Paul Ceruzzi, *Beyond the Limits: Flight Enters the Computer Age* (Cambridge, MA: MIT Press, 1989), 191–95. On test pilots as cowboys: Westwick, "An Album of Early Southern California Aviation," in *Blue Sky Metropolis: The Aerospace Century in Southern California*, ed. Peter J. Westwick (Berkeley: University of California Press, 2012), 24.
2. Robert Loschke and Ken Dyson interview, January 9, 2012.
3. Robert Ferguson, *NASA's First A: Aeronautics from 1958 to 2008* (Washington, DC: NASA, 2013), 107–13.
4. Loschke-Dyson interview; Robert Loschke emails to Westwick, January 30 and February 1, 2019.
5. Sherman N. Mullin, "Robert E. Gross and the Rise of Lockheed: The Creative Tension between Engineering and Finance," in Westwick, *Blue Sky Metropolis*, 57–78.

KAYNAKLAR

6. Mindell, *Digital Apollo*, 33.
7. Sherman Mullin email to author, October 4, 2013.
8. Mindell, *Digital Apollo*, 51–54; Glenn E. Bugos, *Atmosphere of Freedom: Sixty Years at the NASA Ames Research Center*, NASA SP-4314 (Washington, DC, 2000), 69–72.
9. Loschke-Dyson interview. The simulators were not in Burbank with the rest of the Skunk Works but about 25 miles north, in Rye Canyon. They ran the simulator sessions at night, since they involved pilots and engineers not usually seen around Rye Canyon, and Lockheed didn't want the regular staff to start asking awkward questions.
10. Tom Morgenfeld interview, July 26, 2011
11. Loschke-Dyson interview; David C. Aronstein and Albert C. Piccirillo, *Have Blue and the F-117A: Evolution of the "Stealth Fighter"* (Reston, VA: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1997), 42–43.
12. Loschke-Dyson interview.
13. Michael J. Neufeld, *Von Braun: Dreamer of Space, Engineer of War* (New York: Knopf, 2007), 38, 302.
14. Lou Lenzi quoted in Charles Fishman, "The Insourcing Boom," *Atlantic*, December 2012; Ben Heineman Jr., "Why We Can All Stop Worrying about Offshoring and Outsourcing," *Atlantic*, March 26, 2013.
15. Larry Kibble interview, May 15, 2014.
16. Kibble interview; Ben Rich, handwritten notes on *Have Blue*, n.d. (Ben Rich papers, box 2, folder 10, Huntington Library)
17. Rich, handwritten notes on *Have Blue*. For the F-117 the Skunk Works switched to a sprayed-on coating; Les Jonkey interview, March 5, 2009.
18. Rich, handwritten notes on *Have Blue*; Kelly Johnson quote from Paul Ciotti, "Tempest in a Toy Box," *Los Angeles Times*, October 19, 1986. On titanium ore for the SR-71 from the USSR: Clarence L. Johnson, *Kelly: More than My Share of It All* (Washington, DC: Smithsonian Books, 1985), 186.
19. Kibble interview.
20. Robert Murphy interview with Volker Janssen, August 25, 2009, and Volker Janssen field notes on Murphy interview, August 26, 2009.
21. "Boeing Workers Return; Talks at Lockheed Stalled," *Washington Post*, November 19, 1977; Leon Bornstein, "Industrial Relations in 1977: Highlights of Key Developments," *Monthly Labor Review* 101 (February 1978), 24–31, Lockheed and the striking workers settled on a new contract in late December 1977.
22. Murphy interview; Loschke-Dyson interview.
23. Phil Patton, *Dreamland: Travels inside the Secret World of Roswell and Area 51* (New York: Random House, 1998); Peter W. Merlin, *Images of Aviation: Area 51* (Charleston, SC: Arcadia Publishing Library, 2011); see also Annie Jacobsen, *Area 51: An Uncensored History of America's Top Secret Military Base* (New York: Little, Brown, 2011), 100.
24. Patton, *Dreamland*; Merlin, *Area 51*.
25. Ralph Vartabedian, "Now It Can Be Said—He Has the Right Stuff," *Los Angeles Times*, September 29, 1989; Patton, *Dreamland*, 132–33.
26. Morgenfeld interview.
27. Mindell, *Digital Apollo*, 29.
28. Patton, *Dreamland*, 135–37.
29. "Baja Groom Lake": Merlin, *Images of Aviation*, 105.
30. Morgenfeld interview; Merlin, *Images of Aviation*, 52, 55, 116. On RC model planes: Jacobsen, *Area 51*, 243.
31. Morgenfeld interview.
32. Rich and Janos, *Skunk Works: A Personal Memoir of My Years at Lockheed* (New York: Little, Brown, 1994), 53.

KAYNAKLAR

33. Murphy interview.
34. Loschke-Dyson interview.
35. Loschke-Dyson interview; Rich, handwritten notes on Have Blue.
36. Loschke-Dyson interview.
37. Bill Park in Rich and Janos, *Skunk Works*, 57–61; Loschke-Dyson interview.
38. Loschke-Dyson; Loschke email to Westwick, March 11, 2019. The pressure probes and ports were not heated for anti-icing, so neither Have Blue aircraft could be flown in clouds.
39. Loschke-Dyson; “Ken Dyson,” in John Griffin, ed., *Pioneers of Stealth* (Morrisville, NC: Lulu.com, 2017), 138–42.
40. Rich, handwritten notes on Have Blue.
41. Paul Kaminski interview, September 20, 2017.
42. Lew Allen interview, December 10, 2001.
43. William J. Perry, *My Journey at the Nuclear Brink* (Stanford, CA: Stanford University Press, 2015), 28–38; Perry phone interview, October 17, 2018; Richard H. Van Atta and Michael J. Lippitz, *Transformation and Transition: DARPA’s Role in Fostering an Emerging Revolution in Military Affairs*, vol. 1, Overall Assessment, Institute for Defense Analyses paper P-3698, April 2003 (available at www.fas.org/irp/agency/dod/idarma.pdf), S-2; Robert R. Tomes, “A Historical Review of U.S. Defense Strategy from Vietnam to Operation Iraqi Freedom,” *Defense and Security Analysis* 28:4 (2012), 303–15.
44. Kaminski interview.
45. Sweetman, “Invisible Men,” 26.
46. Alan Brown, “Color of the F-117,” and “Sherman N. Mullin,” in Griffin, *Pioneers of Stealth*, 355, 251.
47. “F-117A Cost Performance and Contracts History,” n.d. (Ben Rich papers, box 2, folder 10).
48. “F-117A Cost Performance.”
49. Rich, handwritten notes on Have Blue.
50. John Newhouse, *The Sporty Game* (New York, 1982), 35, 170–71, 181.
51. “F-117A Cost Performance”; Rich and Janos, *Skunk Works*, 71, 74.
52. Murphy interview; “F-117A Cost Performance”; Rich and Janos, *Skunk Works*, 74; David J. Lynch, “How the Skunk Works Fielded Stealth,” *Air Force Magazine*, November 1992, 22–28. On a couple of hundred workers for Have Blue: Loschke-Dyson interview.
53. “F-117A Cost Performance.”
54. Merlin, Area 51, 113.
55. Alan Brown in Rich and Janos, *Skunk Works*, 84–85.
56. Rich and Janos, *Skunk Works*, 89–90; Mullin in Griffin, *Pioneers of Stealth*, 250.
57. Morgenfeld interview; Vincent T. Baker in Griffin, *Pioneers of Stealth*, 77. The design engineers had planned the plane to be able to fly and land even if one tail fin was missing: Alan Brown, “Lockheed F-117A Design Story” (powerpoint presentation courtesy of Alan Brown).
58. Morgenfeld interview.
59. Sherman N. Mullin, “Aerospace Engineer, the Easy Way” (copy courtesy of Mullin); Mullin in Griffin, *Pioneers of Stealth*, 250–51.
60. Alan Brown emails to Westwick, January 28, 29, 2019; Sherman Mullin interview, January 24, 2019; Aronstein and Piccirillo, *Have Blue and the F-117A*, 95–97. The wires in the grid did not cross at right angles; to avoid radar return from the wires themselves, the grids were aligned with the wing trailing edges.
61. “F-117A Cost Performance.”
62. Annie Jacobsen, *The Pentagon’s Brain: An Uncensored History of DARPA, America’s Top Secret Military Research Agency* (New York: Little, Brown, 2015), 242.
63. Paul Ciotti, “Tempest in a Toy Box,” *Los Angeles Times*, October 19, 1986; Patton, *Dreamland*, 150–51, 161; Patricia Trenner, “A Short (Very Short) History of the F-19,” *Air & Space Magazine*, January 2008.

KAYNAKLAR

64. Melissa Healy, "Pentagon Ends Long Silence on Stealth Fighter," *Los Angeles Times*, November 11, 1988.
65. George C. Wilson, "'Stealth' Plane Used in Panama," *Washington Post*, December 24, 1989; Michael R. Gordon, "Stealth's Panama Mission Reported Marred by Error," *New York Times*, April 4, 1990; Aronstein and Piccirillo, *Have Blue and the F-117A*, 154.

8. Bölüm

1. Mihir Pandya, "The Vanishing Act: Stealth Airplanes and Cold War Southern California," in *Blue Sky Metropolis: The Aerospace Century in Southern California*, ed. Peter J. Westwick (Berkeley: University of California Press, 2012), 105–26; on the evolution of Stealth's classification, see David C. Aronstein and Albert C. Piccirillo, *Have Blue and the F-117A: Evolution of the "Stealth Fighter"* (Reston, VA: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1997), 33–34.
2. Gus Weiss, "The Farewell Dossier: Duping the Soviets," *Studies in Intelligence* 39:5 (1996, available online at [https://www.cia.gov/library/center-for-the-study-of-intelligence/csi-publications/csi-studies/studies/96unclass/farewell .htm](https://www.cia.gov/library/center-for-the-study-of-intelligence/csi-publications/csi-studies/studies/96unclass/farewell.htm)). See also Thomas C. Reed, *At the Abyss: An Insider's History of the Cold War* (New York: Ballantine Books, 2004), 266–70.
3. Bulat Galejev, "Light and Shadows of a Great Life: Leon Theremin, Pioneer of Electronic Art," *Leonardo Music Journal* 6 (1996): 45–48. On daily hassles, see Hugh Gusterson, *Nuclear Rites: A Weapons Laboratory at the End of the Cold War* (Berkeley: University of California Press, 1996), 69–79.
4. Peter Galison, "Removing Knowledge," *Critical Inquiry* 31 (Fall 2004), 229–43. In addition to estimating the number of classified documents, Galison reports that four million people in the US had security clearances at the time of his writing. With a total US population of 292 million, assuming an adult population of 75 percent gives a ratio of about one clearance per 55 adults. See also Brian Fung, "5.1 Million Americans Have Security Clearances," *Washington Post*, March 24, 2014.
5. Pandya, "The Vanishing Act."
6. William Perry phone interview, October 17, 2018; Paul Kaminski interview, September 20, 2017. Sen. Sam Nunn in particular was a crucial advocate for Stealth.
7. Stanley Goldberg, "General Groves and the Atomic West: The Making and the Meaning of Hanford," in *The Atomic West*, ed. Bruce Hevly and John M. Findlay (Seattle: University of Washington Press, 1998), 61, 65–70.
8. Edward A. Shils, *The Torment of Secrecy* (Glencoe, IL: The Free Press, 1956); Sissela Bok, *Secrets: On the Ethics of Concealment and Revelation* (New York: Pantheon, 1982); Herbert M. Foerstel, *Secret Science: Federal Control of American Science and Technology* (Westport, CT: Praeger, 1993); Daniel Patrick Moynihan, *Secrecy: The American Experience* (New Haven, CT: Yale University Press, 1998); Judith Reppy, ed., *Secrecy and Knowledge Production*, Cornell University, Peace Studies Program, Occasional Paper 23 October 1999).
9. John Cashen interview, December 15, 2010. 10 Ed Zardorozni comments at CSULB workshop "The Cold War Home Front," July 30, 2014, Aerospace Legacy Foundation, Downey, CA.
11. "Industry Observer," *Aviation Week & Space Technology*, June 23, 1975, 9.
12. Jim Cunningham, "Cracks in the Black Dike: Secrecy, the Media, and the F-117A," *Airpower Journal*, Fall 1991.
13. CIA Directorate of Intelligence, "US Stealth Programs and Technology: Soviet Exploitation of the Western Press," August 1, 1988 (available at https://www.cia.gov/library/readingroom/docs/DOC_0000500640.pdf), quotes on 2.
14. Transcript of press conference, August 22, 1980, in J. Jones, *Stealth Technology: The Art of Black Magic* (Blue Ridge Summit, PA: AERO, 1989), 3–12; Perry interview; Verne

KAYNAKLAR

- Orr, "Developing Strategic Weaponry and the Political Process: The B1-B Bomber: From Drawing Board to Flight" (PhD diss., Claremont Graduate University, 2005), 100–112.
15. Leaks of Classified National Defense Information—Stealth Aircraft, Report of the Investigations Subcommittee of the Committee on Armed Services, House of Representatives, 96th Congress, 2nd session (Washington, DC, 1980).
 16. The House Armed Services Committee had a number of strong backers of the B-1, which helps explain its opposition to the Stealth bomber.
 17. H. Bruce Franklin, *War Stars: The Superweapon and the American Imagination* (New York: Oxford University Press, 1988); David E. Nye, *American Technological Sublime* (Cambridge, MA: MIT Press, 1994).
 18. Perry interview.
 19. Jones, *Stealth Technology*, 3–12.
 20. V. D. Sokolovskii, *Soviet Military Strategy*, trans. Herbert S. Dinerstein, Leon Gouré, and Thomas W. Wolfe, RAND report R-416-PR (Santa Monica, CA, 1963).
 21. E.g., Col. Gen. M. A. Gareyev, "The Creative Nature of Soviet Military Science in the Great Patriotic War," *Voyenno-Istoricheskiy Zhurnal* 7 (July 7, 1985), translation in JPRS UMA-85-060; William Odom, "Soviet Force Posture," *Problems of Communism* 34:4 (1985), 1–14; Dale R. Herspring, "Nikolay Ogarkov and the Scientific-Technical Revolution in Soviet Military Affairs," *Comparative Strategy* 6:1 (1987), 29–59; Andrew Krepinevich, "The Military- Technical Revolution: A Preliminary Assessment," Office of Net Assessment (July 1992, available at www.csbaonline.org); Eliot A. Cohen, "A Revolution in Warfare," *Foreign Affairs* 75:2 (1996), 37–54; Dima Adamsky, *The Culture of Military Innovation: The Impact of Cultural Factors on the Revolution in Military Affairs in Russia, the US, and Israel* (Stanford, CA: Stanford University Press, 2010), 27–31; Andrew Krepinevich and Barry Watts, *The Last Warrior: Andrew Marshall and the Shaping of Modern American Defense Strategy* (New York: Basic Books, 2015), 194.
 22. Williamson Murray and MacGregor Knox, "Thinking about Revolutions in Warfare," in *The Dynamics of Military Revolution, 1300–2015*, ed. Murray and Knox (Cambridge, 2001), 2; Mikkel Nadby Rasmussen, *The Risk Society at War: Terror, Technology, and Strategy in the Twenty-First Century* (Cambridge: Cambridge University Press, 2006), 45–46; Adamsky, *The Culture of Military Innovation*, 39–44.
 23. Julian Cooper, "The Scientific and Technical Revolution in Soviet Theory," in *Technology and Communist Culture: The Socio-Cultural Impact of Technology under Socialism*, ed. Frederic J. Fleron (New York: Praeger, 1977), 146–79; Erik P. Hoffmann, "Soviet Views of 'The Scientific-Technological Revolution,'" *World Politics* 30:4 (July 1978), 615–44.
 24. Steven J. Zaloga, *The Kremlin's Nuclear Sword: The Rise and Fall of Russia's Strategic Nuclear Forces, 1945–2000* (Washington, DC: Smithsonian Books, 2002), vii.
 25. Ogarkov quoted in Leslie Gelb, "Foreign Affairs: Who Won the Cold War?" *New York Times* op-ed, August 20, 1992.
 26. Clifford G. Gaddy, *The Price of the Past: Russia's Struggle with the Legacy of a Militarized Economy* (Washington, DC: Brookings Institution Press, 1996), 33–46; Odom, "Soviet Force Posture," 11.
 27. Gaddy, *The Price of the Past*, 53–54. Ogarkov had also antagonized the defense minister, Ustinov, by opposing the invasion of Afghanistan.
 28. Quoted in Murray and Knox, "Thinking about Revolutions in Warfare," 3.
 29. Ron Robin, *The Cold World They Made: The Strategic Legacy of Roberta and Albert Wohlstetter* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2016), quote on 4.
 30. Albert Wohlstetter, "Outline for a DoD-Wide Two Year Program on the New Defense Policy and New Technologies," July 11, 1982 (Albert J. and Roberta Wohlstetter papers, box 117, folder 20, Hoover Institution archives; hereafter Wohlstetter, [box]/[folder]).

KAYNAKLAR

31. Wohlstetter, notes on improved technology, June–July 1982 (Wohlstetter, 117/16). On Afghanistan (“empty threats”): Wohlstetter, “Notes on Wartime Challenges to Soviet Control,” October 22, 1982 (Wohlstetter, 117/22). On the Freeze movement: Wohlstetter notes for talk at New Alternatives workshop, November 22–23, 1982 (Wohlstetter, 86/8).
32. Wohlstetter, notes on improved technology; Wohlstetter, notes for talk at New Alternatives workshop; “Suicidally indiscriminate” quote from Wohlstetter, “The Basic Premises of LRRD II,” March 1986 (Wohlstetter, 89/12).
33. Richard Brody, notes on improved technology, June 9, 1982 (Wohlstetter, 117/16).
34. DNA New Alternatives Workshop, “New Strategies, New Technologies and the Changing Threat,” November 22–23, 1982 (Wohlstetter, 86/5); DNA New Alternatives Workshop agenda, October 25–26, 1983 (Wohlstetter, 87/14); DNA New Alternatives Workshop agenda, April 24–26, 1984 (Wohlstetter, 88/5); J. J. Martin, memo on DNA New Alternatives Workshop, June 17, 1985 (Wohlstetter, 88/22); Wohlstetter, “The Basic Premises of LRRD II.”
35. J. J. Martin to Albert Wohlstetter, May 8, 1986 (Wohlstetter, 89/12).
36. President Ronald Reagan, “Address to the Nation on Defense and National Security,” March 23, 1983 (available at reaganlibrary.archives.gov/archives/speeches/1983/32383d.htm).
37. Wohlstetter, “Thoughts after the President’s Speech on Defense,” March 23, 1983 (Wohlstetter, 180/7).
38. George Keyworth to Fred Iklé, May 16, 1985, SDI collection, box 1, folder 1985, Ronald Reagan Presidential Library, Simi Valley, CA.
39. Wohlstetter, “The Problem of Technology Transfer,” June 1982 (Wohlstetter, 117/17).
40. Wohlstetter, “A Note on the Costs and Horrors of Conventional War,” July 16, 1983 (Wohlstetter, 117/26).
41. James Fallows, “America’s High-Tech Weaponry,” *Atlantic* 247 (May 1981), 21; James Fallows, *National Defense* (New York: Random House, 1981); Mary Kaldor, *The Baroque Arsenal* (New York: Hill & Wang, 1981). See also Max Boot, *War Made New* (New York: Gotham Books, 2006), 329.
42. Jeffrey Record, “The Military Reform Caucus,” *Washington Quarterly* 6:2 (June 1983), 125–29.
43. On Iklé participation: “Suggested FCI [Fred Iklé] Introduction to NAW [New Alternatives Workshop]: Balanced Offense and Defense to Strengthen Deterrence,” April 20, 1984 (Wohlstetter, 88/6).
44. The Commission on Integrated Long-Term Strategy (Fred C. Iklé and Albert Wohlstetter, cochairmen), *Discriminate Deterrence*, January 1988, 8. See also Krepinevich and Watts, *The Last Warrior*, 175–76, and C. Richard Nelson, *The Life and Work of General Andrew J. Goodpaster* (Lanham, MD: Roman & Littlefield, 2016), 267.
45. Stephen I. Schwartz, *Atomic Audit: The Costs and Consequences of U.S. Nuclear Weapons since 1940* (Washington, DC: Brookings Institution Press, 1998), 46. Wohlstetter, “Notes for Bud and for AW/RW [Albert and Roberta Wohlstetter] on Arms Agreements,” August 25, 1984 (Wohlstetter, 118/6).

9. Bölüm

1. Michael J. Sterling, “Soviet Reactions to NATO’s Emerging Technologies for Deep Attack,” RAND report N-2294-AF (December 1985); Richard P. Hallion, *Storm over Iraq: Air Power and the Gulf War* (Washington, DC: Smithsonian Books, 1992), 75–82; Robert R. Tomes, “An Historical Review of US Defense Strategy from Vietnam to Operation Iraqi Freedom,” *Defense and Security Analysis* 28:4 (2012), 303–15.
2. Richard H. Van Atta, Jack Nunn, and Alethia Cook, “Assault Breaker,” in Van Atta et al., *Transformation and Transition: DARPA’s Role in Fostering an Emerging Revolution in Military Affairs*, vol. 2, Detailed Assessments, Institute for Defense Analyses paper P-3698 (Alexandria, VA: Institute for Defense Analyses, November 2003), IV:1–IV:39.

KAYNAKLAR

3. Glenn A. Kent, *Thinking about America's Defense: An Analytical Memoir* (Santa Monica, CA: Rand Corporation, 2008), 184–88; John Cashen interview, April 25, 2014 (hereafter Cashen 2).
4. Cashen 2; Irv Waaland interview, October 7, 2015.
5. Cashen comments to Westwick, October 19, 2018.
6. Cashen 2 and Cashen interview, December 15, 2010 (hereafter Cashen 1); Waaland interview, October 7, 2015.
7. Waaland says it was 10 degrees sweep (Waaland interview); Cashen says it was 15 degrees (Cashen 2).
8. Cashen 1.
9. Cashen 1.
10. Albert C. Piccirillo, "The Clark Y Airfoil: A Historical Retrospective," paper presented to World Aviation Conference, October 10–12, 2000 (SAE/AIAA paper 2000-01-5517).
11. Waaland interview; Cashen 1.
12. Waaland interview; Cashen 1.
13. Kenneth Mitzner interview, January 25, 2016.
14. Waaland interview; Cashen 1.
15. Cashen 1 and 2; Mitzner interview.
16. Waaland interview; Cashen 2.
17. Irv Waaland interview with Volker Janssen, November 10, 2010; Cashen 2.
18. Richard Scherrer to David Aronstein, July 17, 1998 (Scherrer personal files).
19. Scherrer to Aronstein.
20. Waaland interview with Janssen; Waaland interview; Cashen 2. Cashen's and Waaland's accounts differ on a few details. In particular, Cashen recalls that DARPA managers specifically suggested Northrop try a flying wing; Waaland doesn't recall DARPA suggesting a specific design but says it was clear that only a flying wing could meet DARPA's target radar-cross-section number.
21. Hal Maninger interview, September 28, 2017.
22. Steven R. Smith interview with Volker Janssen, February 21, 2011. On Lockheed in Iran: Al Stacey interview, June 4, 2012.
23. Cashen 2.
24. On lofting in the aircraft industry: Forrest MacDonald interview, February 2, 2012; Waaland interview with Janssen.
25. Waaland interview with Janssen; Waaland interview; Mitzner interview; Cashen 2.
26. Waaland interview with Janssen; Waaland interview; Cashen 2. 27 Cashen 2.
28. Smith interview.
29. Robert E. Wulf in *Pioneers of Stealth*, ed. John Griffin (Morrisville, NC: Lulu.com, 2017), 346.
30. Cynda Thomas and Velvet Thomas, *Hell of a Ride* (Bloomington: iUniverse, 2008), 141–43.
31. Cashen 2.
32. Thomas and Thomas, *Hell of a Ride*, 3–5, 94–114.
33. Cashen 2.
34. Thomas and Thomas, *Hell of a Ride*, 147–48.

10. Bölüm

1. Richard Smoke, *National Security and the Nuclear Dilemma*, 3rd ed. (New York: Random House, 1993), 207–15; Donald MacKenzie, *Inventing Accuracy: A Historical Sociology of Nuclear Missile Guidance* (Cambridge, MA: MIT Press, 1993), 225–29.
2. Donald C. Daniel, *The Future of Strategic ASW*, Naval War College technical report 11–90 (Newport, RI, August 1, 1990), 16. On blue-green laser and Gorshkov: Ed Frieman interview, November 28, 2007; on SAR: Peter J. Westwick, *Into the Black: JPL and the American Space Program* (New Haven, CT: Yale University Press, 2007), 97.

KAYNAKLAR

3. Kenneth P. Werrell, *The Evolution of the Cruise Missile*, Air University, Maxwell Air Force Base, September 1985 (available at www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a162646.pdf), 136–39, 156–64.
4. Nick Kotz, *Wild Blue Yonder: Money, Politics, and the B-1 Bomber* (New York: Pantheon, 1988), 153, 161–68; Verne Orr, “Developing Strategic Weaponry and the Political Process: The B1-B Bomber: From Drawing Board to Flight” (PhD diss., Claremont Graduate University, 2005), 100–12; transcript of Harold Brown at press conference in J. Jones, *Stealth Technology: The Art of Black Magic* (Blue Ridge Summit, PA: Tab Books, 1989), 3–12. Zbigniew Brzezinski, Carter’s national security adviser, later claimed that he visited Area 51 a few weeks before the B-1 decision, saw *Have Blue*, and came away a convert: Ben R. Rich and Leo Janos, *Skunk Works: A Personal Memoir of My Years at Lockheed* (New York: Little, Brown, 1994), 64–66, 314. On the Stealth role in the B-1 decision: William Perry phone interview, October 17, 2018; Paul Kaminski interview, September 20, 2017.
5. Craig Covault, “Advanced Bomber, Missile in Definition,” *Aviation Week & Space Technology*, January 29, 1979, 113–21.
6. Bill Sweetman, *Inside the Stealth Bomber* (Osceola, WI: Zenith Press, 1999), 14–16.
7. Alan Brown interview, November 15, 2010.
8. Richard Scherrer to David Aronstein, July 17, 1998 (Scherrer personal files).
9. Denys Overholser phone interview, March 9, 2018; Brown interview; see also Kaminski interview.
10. John Cashen interview, April 25, 2014 (hereafter Cashen 2); Irv Waaland interview with Volker Janssen, November 10, 2010.
11. Cashen 2; Waaland interview with Janssen, November 10, 2010. Cashen recalls Gen. David Jones telling Tom Jones to play ball; Waaland remembers it as Gen. Thomas Stafford.
12. On the cockpit deriving from Oshiro’s insight on Tacit Blue: Rebecca Grant, *B-2: The Spirit of Innovation*, Northrop Grumman Aeronautical Systems, report NGAS 13-0405 (2013, available at www.northropgrumman.com/Capabilities/B2SpiritBomber/Documents/pageDocuments/B-2-Spirit-of-Innovation.pdf), 19.
13. Cashen 2.
14. Richard Scherrer to Westwick, November 24, 2015; Scherrer to Aronstein.
15. Waaland interview.
16. Scherrer to Westwick; Scherrer to Aronstein; Waaland interview.
17. I. T. Waaland, “Technology in the Lives of an Aircraft Designer,” 1991 Wright Brothers Lecture, AIAA Aircraft Design and Operations Meeting, September 23, 1991, Baltimore, MD (copy courtesy of Waaland), 12; see also “Low Observables Bomber Study,” 1979, reproduced as appendix 4 in John M. Griffin and James E. Kinnu, *B-2 Systems Engineering Case Study*, Air Force Center for Systems Engineering, Wright-Patterson Air Force Base (2007).
18. Grant, *B-2*, 27–28; Waaland interview with Janssen, November 10, 2010; Waaland interview.
19. Waaland interview with Janssen, November 10, 2010; James Kinnu (“stalking horse”) interview with Janssen, February 22, 2011. The range and RCS by frequency are in “Low Observables Bomber Study” in Griffin and Kinnu, *B-2 Systems Engineering Case Study*.
20. Waaland interview (“insurance policy”).
21. Rich and Janos, *Skunk Works*, 308–9.
22. Kathleen Day, “McDonnell Settles Suit by Northrop for \$50 Million,” *Los Angeles Times*, April 9, 1985; Kinnu interview.
23. Waaland interview with Janssen, November 10, 2010; Cashen 2; Kinnu interview. The Jones and Wilson quotes were given in similar, though not identical, versions by Waaland and Cashen.
24. Kinnu interview.

KAYNAKLAR

25. Rich and Janos, Skunk Works, 304–5. Northrop’s entry was later dubbed Senior CJ in honor of Connie Jo Kelly, a dedicated secretary in the Air Force Low Observable Office. Rick Atkinson, “Stealth: From 18-Inch Model to \$70 Billion Muddle,” *Washington Post*, October 8, 1989.
26. Kinnu interview; Cashen 2.
27. Kinnu interview.
28. Stephen Johnson, *The Secret of Apollo: Systems Management in American and European Space Programs* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2002); Westwick, *Into the Black*.
29. “Driver” appears in Waaland interview with Janssen, November 15, 2010 and in Hal Manning interview, September 28, 2017.
30. Kinnu interview.
31. D. Kenneth Richardson, *Hughes after Howard: The Story of Hughes Aircraft Company* (Santa Barbara, CA, 2012), 365–66. Another version of this story has the owl episode taking place at the Gray Butte radar range east of Palmdale. James Uphold, “The Feathered Saboteurs of Gray Butte,” in *Pioneers of Stealth*, ed. John Griffin (Morrisville, NC: Lulu.com, 2017), 352–54.
32. Cashen 2; Kinnu interview.
33. Kotz, *Wild Blue Yonder*, 205–9; Orr, “Developing Strategic Weaponry and the Political Process,” 112.
34. Tom Jones interview, February 16, 2010; “Washington Roundup,” *Aviation Week & Space Technology*, October 12, 1981, 17; “Northrop Wins Stealth Bomber Contract,” *New York Times*, October 17, 1981; Sweetman, *Inside the Stealth Bomber*, 31.
35. Rich and Janos, *Skunk Works*, 304–12.
36. Kaminski interview.
37. Lockheed range in Rich and Janos, *Skunk Works*, 305; Northrop range in “Low Observables Bomber Study,” in Griffin and Kinnu.
38. Kinnu interview; Grant, *B-2*, 41; Atkinson, “Stealth.”
39. “F-117A Cost Performance and Contracts History,” n.d. (Ben Rich papers, box 2, folder 10, Huntington Library); Rich and Janos, *Skunk Works*, 70; David J. Lynch, “How the Skunk Works Fielded Stealth,” *Air Force Magazine*, November 1992, 22–28. The first negotiated cost for the F-117 was \$350 million; that cost was later renegotiated upward several times. “F-117A Cost Performance”; see also David C. Aronstein and Albert C. Piccirillo, *Have Blue and the F-117A: Evolution of the “Stealth Fighter”* (Reston, VA, 1997), 60, 66.
40. Waaland interview with Janssen, November 10, 2010. Waaland gave the wingspan as 172.5 feet, but Northrop’s drawings for both aircraft give it as 172 feet even. I thank Tony Chong for the correction.
41. Welko Gasich interview (quote), October 28, 2010; Waaland interview with Janssen, November 15, 2010. Tony Chong, *Flying Wings and Radical Things* (Forest Lake, MN: Specialty Press, 2016), 262, gives Northrop’s quote as “Now I know why God has kept me alive all these years,” which is similar to Waaland’s recollection.

11. Bölüm

1. James Kinnu interview with Volker Janssen, February 22, 2011.
2. Kinnu interview.
3. Preceding discussion of Red Teams based on Paul Kaminski interview, September 20, 2017.
4. “Low Observables Bomber Study,” 1979, reproduced as appendix 4 in John M. Griffin and James E. Kinnu, *B-2 Systems Engineering Case Study*, Air Force Center for Systems Engineering, Wright-Patterson Air Force Base (2007).

KAYNAKLAR

5. Kinnu interview (quotes); Irv Waaland interview with Volker Janssen, November 15, 2010; John Cashen interview, April 25, 2014 (hereafter Cashen 2).
6. Griffin and Kinnu, B-2 Systems Engineering, 40; Kinnu interview. On Boeing's campaign: Cashen 2; Bud Baker in *Pioneers of Stealth*, ed. John Griffin (Morrisville, NC: lulu.com, 2017), 76.
7. Kinnu interview; Waaland interview with Janssen, November 15, 2010; Waaland interview, October 7, 2015.
8. Rebecca Grant, B-2: The Spirit of Innovation, Northrop Grumman Aeronautical Systems, report NGAS 13-0405 (2013, available at www.northropgrumman.com/Capabilities/B2SpiritBomber/Documents/pageDocuments/B-2-Spirit-of-Innovation.pdf), 59.
9. Cashen 2.
10. Cashen 2.
11. K. M. Mitzner, Incremental Length Diffraction Coefficients, Air Force Avionics Laboratory, Wright-Patterson Air Force Base, report AFAL-TR-73-296, April 1974; Ken Mitzner interview, January 25, 2016; Cashen 2.
12. Mitzner interview; Cashen 2.
13. Cashen 2.
14. Mitzner interview.
15. Bill Sweetman, *Inside the Stealth Bomber* (Osceola, WI: Zenith Press, 1999), 53; Mitzner interview; on priorities, and acoustics at low altitudes: Cashen interview, December 15, 2010 (hereafter Cashen 1).
16. Grant, B-2, 60; on priorities: Griffin and Kinnu, B-2 Systems Engineering, xi (on priorities), 15n5 (on renaming as B-2).
17. Mark Twain, "Pudd'nhead Wilson" and "Those Extraordinary Twins" (New York, 1894), 145.
18. Waaland interview with Janssen; Cashen 2.
19. Wayne King, "One Charged with Spying Aided FBI, Affidavit Says," *New York Times*, June 30, 1981; Philip M. Boffey, "What Exactly Are Russians Getting?" *New York Times*, October 5, 1982; Ralph Vartabedian, "Stealth Job Is Living Up to Its Name," *Los Angeles Times*, May 26, 1987. Another Northrop engineer who worked on the B-2 was later arrested and convicted of charges of selling Stealth secrets to China: Cashen; US Justice Department press release, "Hawaii Man Sentenced to 32 Years in Prison for Providing Defense Information and Services to People's Republic of China," January 25, 2011 (available at www.justice.gov/opa/pr/hawaii-man-sentenced-32-years-prison-providing-defense-information-and-services-people-s).
20. Nick Kotz, *Wild Blue Yonder: Money, Politics, and the B-1 Bomber* (New York: Pantheon, 1988), 231.
21. Kaminski interview.
22. Rick Atkinson, "Unraveling Stealth's 'Black World,'" *Washington Post*, October 9, 1989.
23. Tim Weiner, *Blank Check: The Pentagon's Black Budget* (New York: Grand Central Publishing, 1990), 94.
24. Weiner, *Blank Check*, 94–96; House staffer Anthony Battista quoted in Atkinson, "Unraveling Stealth's Black World."
25. Weiner, *Blank Check*, 94–96.
26. Griffin and Kinnu, B-2 Systems Engineering, 39; Kinnu interview.
27. Kinnu interview; Grant, B-2, 66–67; Atkinson, "Unraveling."
28. Vartabedian, "Stealth Job Living Up to Its Name."
29. Sweetman, *Inside the Stealth Bomber*, 47–48.
30. Griffin and Kinnu, B-2 Systems Engineering, 26; Grant, B-2, 45; Ralph Vartabedian, "Northrop Practically Telling and Showing All to Salvage the B-2," *Los Angeles Times*, June 20, 1990; Richard M. Scofield and John M. Griffin, "The B-2 Spirit Bomber," in Griffin, *Pioneers of Stealth*, 60.

KAYNAKLAR

31. Cashen 1 and 2; Waaland interview with Janssen, November 10, 2010.
32. Ralph Vartabedian, "Northrop to Build 250-Acre Desert Complex," *Los Angeles Times*, May 9, 1984; statistic on forty thousand workers from Scofield and Griffin, "The B-2 Spirit Bomber," 54–55.
33. Griffin and Kinnu, *B-2 Systems Engineering*, 9–10; Vartabedian, "Northrop Practically Telling and Showing All to Salvage the B-2"; Chris Cochran, *The Aerospace Industry in California*, Office of Economic Research, California Department of Commerce, August 1988.
34. Cochran, *Aerospace Industry*; Philip Scranton, afterword to *Blue Sky Metropolis: The Aerospace Century in Southern California*, ed. Peter J. Westwick (Berkeley: University of California Press, 2012), 279. The actual number of aerospace jobs in LA varies widely depending on how one defines aerospace—especially whether one includes electronics, measuring and control devices, and other related SIC (Standard Industrial Classification) categories. Thus in 1988 the Commerce Department counted Southern California aerospace employment at 257,000; the Aerospace Industries Association said it was 451,000; and the State of California had 754,000. Cochran, *Aerospace*.
35. Ralph Vartabedian, "Two Strong-Willed Adversaries Square Off over the MX," *Los Angeles Times*, July 19, 1987.
36. Les Lackman interview, September 7, 2017.
37. Kinnu interview; original schedule in Griffin and Kinnu, *B-2 Systems Engineering*, 26.
38. Weiner, *Blank Check*, 98–99; Ralph Vartabedian, "Northrop's Stealth Role Is under Review," *Los Angeles Times*, July 8, 1987.
39. Grant, *B-2*, 73, 77.
40. Weiner, *Blank Check*, 76, 94–96.
41. Vartabedian, "Northrop's Stealth Role Is under Review"; Michael D. Rich, "When Should We Start High-Rate Production of the B-2?," statement included in National Defense Authorization Act for Fiscal Years 1992 and 1993, Amendment no. 1056, August 2, 1991 (available at fas.org/nuke/guide/usa/bomber/910802-2-cr.htm); Michael Rich, remarks at *Pioneers of Stealth* reunion, National Museum of the US Air Force, September 29, 2017 (I thank Michael Rich for a copy of his remarks).
42. Ralph Vartabedian, "Northrop—A Company in Turmoil," *Los Angeles Times*, December 20, 1987; Vartabedian, "Northrop Delays Initial Flight of Stealth Bomber for 4 Months," *Los Angeles Times*, January 5, 1988; Rick Atkinson, "How Stealth's Consensus Crumbled," *Washington Post*, October 10, 1989.
43. Vartabedian, "Northrop—A Company in Turmoil"; Ralph Vartabedian, "Northrop Official Terms as 'Nonsense' Allegations of MX Missile Flaws," *Los Angeles Times*, June 19, 1987; Vartabedian, "Northrop Charged with Fraud, Conspiracy in Defense Work," *Los Angeles Times*, April 12, 1989. On the competition for staff: Kent Kresa interview, December 7, 2018.
44. Bill Sing and Jonathon Peterson, "Northrop's Jones to Retire," *Los Angeles Times*, April 21, 1989; Atkinson, "How Stealth's Consensus Crumbled"; George White, "Maverick Who Helped Build Northrop Leaves," *Los Angeles Times*, September 20, 1990.
45. Vartabedian, "Stealth Bomber Unveiled amid Pomp, Huzzahs," *Los Angeles Times*, November 23, 1988; Weiner, *Blank Check*, 73–74.
46. Bill Sweetman, "1988: B-2 Stealth Unveiled," *Aviation Week & Space Technology*, December 7, 2013.
47. Don Oberdorfer, *The Turn: From the Cold War to a New Era: The United States and the Soviet Union, 1983–1990* (New York: Poseidon Press, 1991), 23, 299.
48. Waaland interview.
49. Scofield and Griffin, "The B-2 Spirit Bomber," on 62–63; Robert E. Wulf in Griffin, *Pioneers of Stealth*, 347.

KAYNAKLAR

50. Ralph Vartabedian, "First Flight Creating 'as Much Hype as Batman Movie,'" *Los Angeles Times*, July 15, 1989; Vartabedian, "Fuel System Glitch Forces Scrapping of B-2 Test Flight," *Los Angeles Times*, July 16, 1989; Vartabedian, "Stealth Bomber Makes First Flight," *Los Angeles Times*, July 18, 1989; Bruce Van Voorst, "The Stealth Takes Wing," *Time*, July 31, 1989; Grant, B-2, 81–82; John Griffin, "Kiss My 'What'?" in Griffin, *Pioneers of Stealth*, 365.

12. Bölüm

1. Richard P. Hallion, *Storm over Iraq: Air Power and the Gulf War* (Washington, DC: Smithsonian Books, 1992), 128, 166–76; Annie Jacobsen, *The Pentagon's Brain: An Uncensored History of DARPA, America's Top Secret Military Research Agency* (New York: Little, Brown, 2015), 271–72.
2. Hallion, *Storm over Iraq*, 174, 177.
3. Bombing accuracy from Charles W. McArthur, *Operations Analysis in the U.S. Army Eighth Air Force in World War II* (Providence, RI: American Mathematical Society, 1990), 112–15; attrition rate of 5 percent of sorties for 1943 from Mark K. Wells, *Courage and Air Warfare: The Allied Aircrew Experience in the Second World War* (London: Frank Cass & Co., 1995), 101.
4. Hallion, *Storm over Iraq*, 192, 249; Paul Kaminski interview, September 20, 2017.
5. See testimonials in Edward P. Baldwin papers, box 1, folder F-117 (Udvar-Hazy Center, National Air and Space Museum).
6. Annie Leibovitz and Susan Mercandetti, "Vanity Fair's 1991 Hall of Fame," *Vanity Fair* 54:12 (December 1991), 181, 201.
7. Ralph Vartabedian, "Northrop Practically Telling and Showing All to Salvage the B-2," *Los Angeles Times*, June 20, 1990; Tim Weiner, *Blank Check: The Pentagon's Black Budget* (New York: Grand Central Publishing, 1990), 106–7; Chad Garland, "B-2 Stealth Bomber Made Its Maiden Flight 25 Years Ago," *Los Angeles Times*, July 17, 2014.
8. Bruce Van Voorst, "The Stealth Takes Wing," *Time*, July 31, 1989.
9. General Accounting Office, *B-2 Bomber: Cost and Operational Issues*, GAO/NSIAD-97-181, August 1997.
10. John M. Griffin and James E. Kinnu, *B-2 Systems Engineering Case Study*, Air Force Center for Systems Engineering, Wright-Patterson Air Force Base (2007), 12; Richard M. Scofield and John M. Griffin, "The B-2 Spirit Bomber," in *Pioneers of Stealth*, ed. John Griffin (Morrisville, NC: Lulu.com, 2017), 63. On the F-117 shot down in Serbia: Bill Sweetman, "Unconventional Weapon," *Air & Space Magazine*, January 2008.
11. Ben Rich, "Senior Prom," September 9, 1992 (Ben Rich papers, box 3, folder 5, Huntington Library); Cashen 2; Bradley Graham, "Missile Project Became a \$3.9 Billion Misfire," *Washington Post*, April 3, 1995.
12. Alan Brown email to Westwick, September 29, 2018.
13. James P. Stevenson, *The \$5 Billion Misunderstanding: The Collapse of the Navy's A-12 Stealth Bomber Program* (Annapolis, MD: Naval Institute Press, 2001).
14. Sherman N. Mullin, *Winning the ATF*, Mitchell Paper 9, Mitchell Institute Press (2012). The seven competitors in the first round: Boeing, General Dynamics, Grumman, Lockheed, McDonn

KAYNAKLAR

- cy Advances,” *Aviation Week & Space Technology*, December 6, 2013; Zach Rosenberg, “Unmasked: Area 51’s Biggest, Stealthiest Spy Drone Yet,” *Foreign Policy*, December 6, 2013.
18. Sean D. Naylor, “Mission Helo Was Secret Stealth Black Hawk,” *Army Times*, May 4, 2011; David Axe, “Aviation Geeks Scramble to ID bin Laden Raid’s Mystery Copter,” *Wired*, May 4, 2011; Ed Darack, “The Drone That Stalked bin Laden,” *Air & Space Magazine*, April 2016.
 19. Bill Sweetman, “Cloak and Dagger: The Development of Stealth and Counterstealth,” *Aviation Week & Space Technology*, September 14–27, 2015; Thomas Grove, “The New Iron Curtain,” *Wall Street Journal*, 23 Jan 2019.
 20. Robert F. Schoeni, Michael Dardia, Kevin F. McCarthy, and Georges Vernez, *Life After Cutbacks: Tracking California’s Aerospace Workers*, RAND report MR-688-OSD (Santa Monica CA, 1996), xii–xiii, 8–9.
 21. William J. Perry, *My Journey at the Nuclear Brink* (Stanford, CA: Stanford University Press, 2015), 83–84; John Mintz, “How a Dinner Led to a Feeding Frenzy,” *Washington Post*, July 4, 1997; Leslie Wayne, “The Shrinking Military Complex,” *New York Times*, February 27, 1998.
 22. John Cashen interview, December 15, 2010 (hereafter Cashen 1).
 23. John Mintz, “Is Conversion a Wash?” *Washington Post*, June 27, 1993.
 24. Hal Maninger interview, September 28, 2017.
 25. Ralph Vartabedian, “U.S. Objects to Merger of Lockheed, Northrop,” *Los Angeles Times*, March 10, 1998; Tony Chong, *Flying Wings and Radical Things* (Forest Lake, MN.: Specialty Press, 2016), 214.
 26. Ralph Vartabedian, “Job Stress Catches Up with ‘Dr. Stealth’ of Aerospace,” *Los Angeles Times*, February 26, 1993.
 27. US patent 5,250,950 (October 5, 1993).
 28. US Patent D314,366 (February 5, 1991); Irv Waaland interview, October 7, 2015; Cashen interview, April 25, 2014.
 29. Cashen 1 (“you won’t believe it”); Alan Brown interview (“the enemy is using my stuff”), November 15, 2010; Ken Mitzner interview, January 25, 2016.
 30. Pyotr Ufimtsev interview, October 12, 2016.

Sonuç

1. Malcolm Browne, “2 Rival Designers Led the Way to Stealthy Warplanes,” *New York Times*, May 14, 1991.
2. Cf., e.g., Joshua Wolf Shenk, *Powers of Two: Finding the Essence of Innovation in Creative Pairs* (New York: Mariner Books, 2014).
3. Robert C. McFarlane and Zofia Smardz, *Special Trust* (New York: Cadell & Davies, 1994); Peter Schweizer, *Victory: The Reagan Administration’s Secret Strategy That Hastened the Collapse of the Soviet Union* (New York: Atlantic Monthly Press, 1994); Mira Duric, *The Strategic Defence Initiative: US Policy and the Soviet Union* (Aldershot, UK: Ashgate Publishing, 2003). See also Hendrik Hertzberg, “Laser Show,” *New Yorker*, May 15, 2000; Peter J. Westwick, “‘Space-Strike Weapons’ and the Soviet Response to SDI,” *Diplomatic History* 32:5 (November 2008), 955–79.
4. Mikkel Nadby Rasmussen, *The Risk Society at War: Terror, Technology, and Strategy in the Twenty-First Century* (New York: Cambridge University Press, 2006), 46n6.
5. Noel E. Firth and James H. Noren, *Soviet Defense Spending: A History of CIA Estimates, 1950–1990* (College Station: Texas A&M University Press, 1998), 108–9. The 8 percent increase began in 1985.
6. Views of the 1970s as a pivotal decade include Edward Berkowitz, *Something Happened: A Political and Cultural Overview of the Seventies* (New York: Columbia University

KAYNAKLAR

- Press, 2007); Dominic Sandbrook, *Mad as Hell: The Crisis of the 1970s and the Rise of the Populist Right* (New York: Knopf, 2011); Daniel T. Rodgers, *Age of Fracture* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2011).
7. The most persistent proponent of this view was Seymour Melman: see *Pentagon Capitalism: The Political Economy of War* (New York: McGraw- Hill, 1970), *The Permanent War Economy* (New York, 1974), and *The Demilitarized Society: Disarmament and Conversion* (Nottingham, 1988). On the pork-barrel perspective, see Tim Weiner, *Blank Check: The Pentagon's Black Budget* (New York: Grand Central Publishing, 1990).
 8. Mihir Pandya, "The Cold War Present: The Logic of Defense Time," in *Anthropology and Global Counterinsurgency*, ed. J. Kelly, B. Jauregui, S. T. Mitchell, and J. Walton (Chicago: University of Chicago Press, 2010), 137–45; see also Peter J. Westwick, "The International History of the Strategic Defense Initiative: American Influence and Economic Competition in the Late Cold War," *Centaurus* 52 (Fall 2010), 338–51.
 9. Eisenhower's farewell address is available at <https://www.ourdocuments.gov/doc.php?flash=true&doc=90>.
 10. Fred Block, "Swimming against the Current: The Rise of a Hidden Developmental State in the U.S.," *Politics & Society* 36:2 (2008), 169–206; Mariana Mazzucato, *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths* (New York: Public Affairs, 2014); "innovation hybrids" in Linda Weiss, *America Inc.? Innovation and Enterprise in the National Security State* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 2014), 7. On MITI: Chalmers Johnson, *MITI and the Japanese Miracle: The Growth of Industrial Policy, 1925–1975* (Stanford, CA: Stanford University Press, 1982).
 11. For an example of military support leading to the personal computer: John Mark off, *What the Dormouse Said: How the Sixties Counterculture Shaped the Personal Computer* (New York: Penguin Books, 2005). On the internet: Arthur L. Norberg and Judy O'Neill, *Transforming Computer Technology: Information Processing for the Pentagon, 1962–1986* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1996); Janet Abbate, *Inventing the Internet* (Cambridge, MA: MIT Press, 1999).
 12. See the various contributions in John Griffin, ed., *Pioneers of Stealth* (Morrisville, NC: Lulu.com, 2017).
 13. Sherman Mullin in Griffin, *Pioneers of Stealth*, 250.