



Acele İŖe Ŗeytan Karışır: ABD Constellation Sınıfı Firkateyn Projesi



Dengesiz Tasarım Gemi İnşasını Durdurdu ve Teslimat Takvimlerini Tehlikeye Attı

Temsilciler Meclisi Askeri Hizmetler Komitesi Raporu

Mayıs 2024

GAO-24-106546

Accessible Version

United States Government Accountability Office

GAO'nun Misyonu

Kongre'nin denetim, değerlendirme ve soruşturma kolu olan Hükümet Sorumluluk Ofisi, Kongre'yi anayasal sorumluluklarını yerine getirmede desteklemek ve Amerikan halkı için federal hükümetin performansını ve hesap verebilirliğini geliştirmeye yardımcı olmak için vardır. GAO, kamu fonlarının kullanımını inceler; federal programları ve politikaları değerlendirir ve Kongre'nin bilinçli gözetim, politika ve finansman kararları almasına yardımcı olmak için analizler, tavsiyeler ve diğer yardımları sağlar. GAO'nun iyi yönetime olan bağlılığı, hesap verebilirlik, dürüstlük ve güvenilirlik temel değerlerinde yansıtılmaktadır.

GAO Bu Çalışmayı Neden Yaptı?

Deniz Kuvvetleri, 2017 yılında Kıyı Muharebe Gemisi'nin (LCS) yetersizliklerine ve gelişen tehditlere yanıt olarak firkateyn programını başlattı. İlk gemi olan FFG 62'nin inşasına Ağustos 2022'de başlanmıştı.

Temsilciler Meclisi raporunda GAO'nun firkateyn programını incelemesi için bir hüküm yer almaktadır. GAO'nun incelemesi firkateyn tasarımı ve inşasında planlanan maliyet ve takvim dahilinde kaydedilen ilerlemeyi; planlanan firkateyn yeteneklerine ilişkin teknik belirsizlikleri ve bunları çözmeye yönelik planları ve firkateyn programı dahilinde ürün geliştirmeye yönelik öncü uygulamaları dahil etme fırsatlarını değerlendirmektedir.

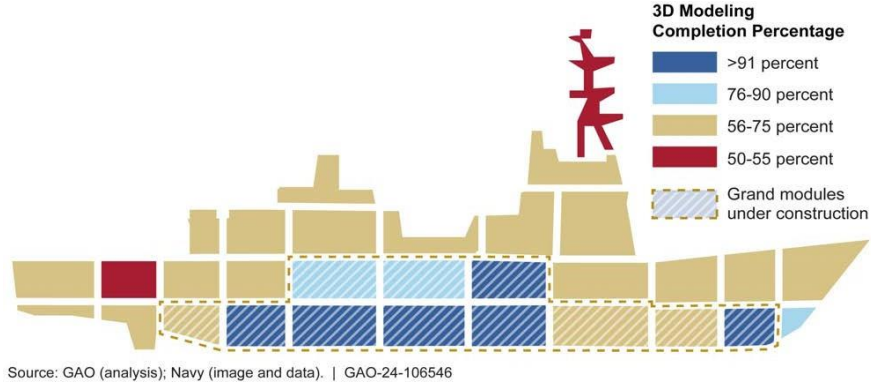
GAO program belgelerini incelemiş, Deniz Kuvvetleri ve yüklenici yetkilileriyle görüşmüş ve firkateyn programını ürün geliştirme için önde gelen uygulamalarla karşılaştırmıştır.

GAO Ne Öneriyor?

GAO, Deniz Kuvvetlerinin dizayn dokümanlarının kalitesinden çok sayısına dayalı ilerlemeyi ölçmek için dizayn dengesi ölçütünü yeniden yapılandırması; ikinci firkateynin inşasına başlamadan önce dizayn dengesini değerlendirmek için geliştirilmiş ölçütü kullanması; firkateyn test planına ilave karaya konuşlu test merkezinde testlerin dahil edilmesi; ve ürün geliştirme için başlıca uygulamaları firkateyn tedarik stratejisine daha fazla dahil etme fırsatlarının belirlenmesi de dahil olmak üzere beş tavsiyede bulunmaktadır. Deniz Kuvvetleri dört tavsiyeye katılmış ve test planının güncellenmesi ile ilgili tavsiyeye kısmen katılmıştır. GAO beş tavsiyenin de tam olarak uygulanması gerektiğini savunmaktadır.

GAO Ne Buldu?

Deniz Kuvvetlerinin Constellation sınıfı Güdümlü Mermi Firkateyni programı, en az yirmi yıl boyunca, toplam 22 milyar doların üzerinde bir maliyetle 20 adede kadar firkateyn satın almayı ve teslim etmeyi planlamaktadır. Teknik riski azaltmak için, Deniz Kuvvetleri ve gemi inşa eden firma mevcut bir tasarımı Deniz Kuvvetleri şartnamelerini ve silah sistemlerini içerecek şekilde değiştirdi. Ancak, Deniz Kuvvetleri'nin tasarım tamamlanmadan inşaya başlama kararı, önde gelen gemi tasarım uygulamalarıyla uyuşmuyor ve bu yaklaşımı tehlikeye atıyordu. Ayrıca, tasarımdaki değişkenlik ağırlık artışına neden olmuştur. Şekil -1, firkateynin tasarım sürekliliğini sağlayan 3 boyutlu tasarımının inşa başladıktan 1 yıl sonra tamamlanmamış olduğunu göstermektedir.



Şekil – 1 Ekim 2023 itibariyle Büyük Modüle göre Öncü Firkateyn 3D Modelleme İlerlemesi

Gemi tasarımının tamamlanmasındaki gecikmeler inşada da gecikmelere yol açmıştır. Deniz Kuvvetleri, sözleşmede belirlenen Nisan 2026 teslim tarihinin mümkün olmadığını kabul etmektedir. Öncü firkateynin başlangıçta planlanandan 36 ay sonra teslim edileceği tahmin ediliyor. Program ofisi tasarımdaki ilerlemeyi takip edip raporlarsa da tasarım dengesi ölçütü büyük ölçüde tamamlanan tasarım dokümanlarının kalitesinden ziyade miktarına dayanıyor. Bu da program takviminin ulaşılabilir olup olmadığı konusunda fikir sahibi olmayı sınırlamaktadır. Deniz Kuvvetleri bu ölçütü iyileştirmeden ikinci firkateynin inşasına başlarsa, öncü firkateynin inşasında aksamalara ve gecikmelere neden olan hataları tekrarlama riskiyle karşı karşıya kalacaktır.

Firkateyn, Deniz Kuvvetleri gemilerinde zaten başarısı kanıtlanmış birçok görev sistemini kullanmaktadır. Bununla birlikte, Deniz Kuvvetleri henüz iki sistemi (tahrik ve makine kontrol sistemleri) göstermemiştir. Firkateyn test planında yapılması planlanan bir güncelleme- program gecikmelerinin sağladığı fırsatla birlikte Deniz Kuvvetleri bu iki denenmemiş sistemin karada testini yapma şansı sunabilir. Bu test, gemi denize açıldıktan sonra sorunların ortaya çıkma riskini azaltacaktır.

Firkateyn, tasarım ve inşa için geleneksel, lineer bir geliştirme yaklaşımı kullanmaktadır. Deniz Kuvvetleri, bu yaklaşımı kullanan önceki gemi inşa programlarında tarihsel olarak program gecikmeleri, maliyet artışı veya her ikisini birden yaşamıştır. Deniz Kuvvetleri, önde gelen uygulamalara ilişkin unsurları satın alma stratejisine dahil etmiştir. Bununla birlikte, bu uygulamaları güncellenmiş bir satın alma stratejisine daha fazla dahil etmek, gelecekteki firkateynler için sözleşme yaparken programı gelişen görev ihtiyaçlarına daha iyi yanıt verecek şekilde konumlandırabilir.

Kısaltmalar

CAPTAS-4C	Combined Active Passive Towed Array
CDRL	Sözleşme Verileri Gereksinim Listesi (Contract Data Requirements List)
DOD	Savunma Bakanlığı (Department of Defense)
DOT&E	Operasyonel Test ve Değerlendirme Direktörü (Director of Operational Testing and Evaluation)
FMM	Fincantieri Marinette Marine
LBES	Karaya Konuşlu Makine Test Merkezi (Land Based Engineering Site)
LCS	Kıyı Savaş Gemisi (Littoral Combat Ship)
MCA	Büyük Yetenek Kazanımı (Major Capability Acquisition)
NAVSEA Command)	Deniz Kuvvetleri Deniz Sistemleri Komutanlığı (Naval Sea Systems Command)
RFP	Teklif Talebi (Request for Proposal)
TEMP	Test ve Değerlendirme Ana Planı (Test and Evaluation Master Plan)
VLS	Dikey Fırlatma Sistemi Vertical Launch System

Bu, ABD hükümetinin bir çalışmasıdır ve Amerika Birleşik Devletleri'nde telif hakkı korumasına tabi değildir. Yayımlanan ürün GAO'dan ayrıca izin alınmaksızın bütünüyle çoğaltılabilir ve dağıtılabilir. Ancak, bu çalışma telif hakkıyla korunan resimler veya başka materyaller içerebileceğinden, bu materyalleri ayrıca çoğaltmak isterseniz telif hakkı sahibinden izin almanız gerekebilir.

Mektup

Saygıdeğer Mike Rogers Başkan
Saygıdeğer Adam Smith
Temsilciler Meclisi Askeri Hizmetler Komitesi

Deniz Kuvvetlerinin Constellation sınıfı Güdümlü Mermi Firkateyni programı, en az yirmi yıl boyunca, toplam 22 milyar doların üzerinde bir maliyetle 20 adede kadar çok görevli, küçük su üstü muharip savaş gemisi satın almayı ve teslim etmeyi planlamaktadır. Deniz Kuvvetleri, bu firkateynlerin selefi olan ve Deniz Kuvvetleri ile Kongre'nin yıllarca süren performans eksiklikleri, yetersizlikler ve maliyet artışıının ardından alımını durdurdu u Kıyı Savaş Gemisi'nden (LCS) daha etkili ve beka kabiliyeti yüksek olmasını talep etmektedir. LCS'nin yetersiz tedarik sonuçları, gelişen tehditler ve küçük su üstü muharip savaş gemilerine yönelik filo ihtiyaçlarının devam etmesi ile birleşince, Deniz Kuvvetleri teknoloji geliştirmeyi en aza indirerek ve firkateyn tedarik yaklaşımını  ne alarak firkateynlerin teslimatını hızlandırmaya sevk etti.

Daha önce de bildirdi imiz gibi, Deniz Kuvvetleri  ubat 2018'de be  sanayi ekibine her biri yaklaşık 15 milyon dolar değerinde firkateyn konsept tasarım sözleşmelerini rekabetçi bir şekilde verdi. Bu 16 aylık sözleşmelerin amacı, sanayinin ana gemi tasarımlarını (denizde kendini kanıtlanmış mevcut gemilere dayanan firkateyn tasarımları) olgunla tırmasını sağlamak ve teknik ve operasyonel program gereksinimlerini iyileştirmeye yardımcı olmaktı. Ayrıca, Deniz Kuvvetlerinin maliyet beklentilerini do rulamadan önce öncü firkateyn için finansman talep ettiğini tespit ettik. 2 Nisan 2020'de Deniz Kuvvetleri, Fincantieri Marinette Marine (FMM) ile  nc  firkateynin (FFG 62) detay tasarımı ve inşası için bir sözleşme imzaladı ve dokuz adede kadar ek geminin inşası için seçenekler sundu. Mart 2024 itibarıyla Deniz Kuvvetleri bu gemilerden üçünün (FFG 63, FFG 64 ve FFG 65) inşa edilmesi için gerekli şartları yerine getirmiştir.

Ağustos 2022'de öncü firkateynin inşasına ba lanması bu yana, program tasarım ve inşa g   kl leriyle kar ıla mı tır. Bu g   kl lerin bir sonucu olarak, gemi inşa firması şimdi öncü gemiyi 2029'da teslim etmeyi öngörüyor. Sözleşmede belirlenen Nisan 2026 teslim tarihinden yaklaşık 36 ay sonra programın satın alma stratejisi, gelecekte ikinci bir gemi yapımıcısının  u anda sözleşme altında olan 10 geminin ötesinde ilave gemiler inşa etme seçeneğine imkan tanımaktadır.

2023 Mali Yılı için James M. Inhofe Ulusal Savunma Yetkilendirme Yasası tasarısına eşlik eden 117-397 sayılı Temsilciler Meclisi Raporu, firkateyn programını incelememiz için bir hüküm içermektedir. İncelememiz (1) Deniz Kuvvetleri ve gemi inşa firmasının firkateyn tasarımını tamamlama ve gemileri planlanan maliyet ve takvim dahilinde inşa etme konusunda kaydettiği ilerlemeyi; (2) firkateynler için planlanan kabiliyetler açısından risk oluşturan teknik belirsizliklerin ne ölçüde olduğunu ve Deniz Kuvvetlerinin bu belirsizlikleri çözme planlarını; ve (3) firkateyn programı dahilinde ürün geliştirmeye yönelik kılavuz uygulamaları dahil etmek için gelecekteki fırsatları değerlendirmektedir.

Tasarım ve inşa ilerlemesini değerlendirmek için, öncü firkateyn üzerindeki tasarım ve inşa çabalarıyla ilgili dokümantasyonu değerlendirdik. Bu dokümanlar arasında tasarım ilerleme ölçümleri, sözleşme veri ihtiyaç listesi (CDRL) kalemleri onay oranları, program brifingleri, entegre ana program incelemeleri ve b t ce materyalleri yer almaktadır. Programın tasarım

ve inşadaki ilerlemesini, daha önce ticari gemi inşasında tasarım için belirlediğimiz öncü uygulamalarla karşılaştırdık.

Firkateynler için planlanan kabiliyetler açısından risk teşkil eden teknik belirsizlikleri ele almak üzere, firkateynlere başlıca kabiliyetleri sağlaması planlanan pahalı ve görev açısından kritik nitelikteki sistemler belirlemek için firkateyn bütçe dokümanlarını ve gemi inşa dokümanlarını analiz ettik. Daha sonra bu sistemlerin geliştirme programlarını ve program brifinglerini gözden geçirdik ve teknik belirsizlikleri ve ilgili riskleri belirlemek için ilgili yetkililerle görüştük. Ayrıca, öncü gemi teslimatından önce teknik belirsizlikleri çözme planlarını belirlemek için Deniz Kuvvetleri belgelerini de inceledik.

Firkateyn programında ürün geliştirmeye yönelik önde gelen uygulamaları dahil etmeye yönelik gelecekteki imkanları belirlemek için, firkateynin Kasım 2022 satın alma stratejisini inceledik ve bunu ürün geliştirmeye yönelik öncü uygulamalarla karşılaştırdık. Spesifik olarak, Deniz Kuvvetlerinin (1) firkateyn programını yinelemeli geliştirme döngülerinin sağladığı inovasyon ve program avantajlarından faydalanacak şekilde ne ölçüde yapılandırıldığını ve (2) sağlıklı bir iş senaryosu oluşturma, program için risk teşkil eden özellikleri devre dışı bırakma, kullanıcı geri bildirimlerini toplama ve minimum uygulanabilir ürün geliştirmeye odaklanan döngüsel, hızlı yöntemleri kullanma gibi bu döngüleri destekleyen diğer öncü uygulamaları ne ölçüde dahil ettiğini analiz ettik.

Hedeflerimizin her biri için ilgili Deniz Kuvvetleri temsilcileri ve yüklenici temsilcileri ile görüştük. Buna, firkateyn temin stratejisine ilişkin öncü uygulamalar analizimizin ilk taslağı hakkında görüşlerini almak üzere firkateyn programı yetkilileriyle yapılan görüşmeler de dahildir. Kapsam ve metodolojimizin daha ayrıntılı bir açıklaması Ek I'de sunulmuştur.

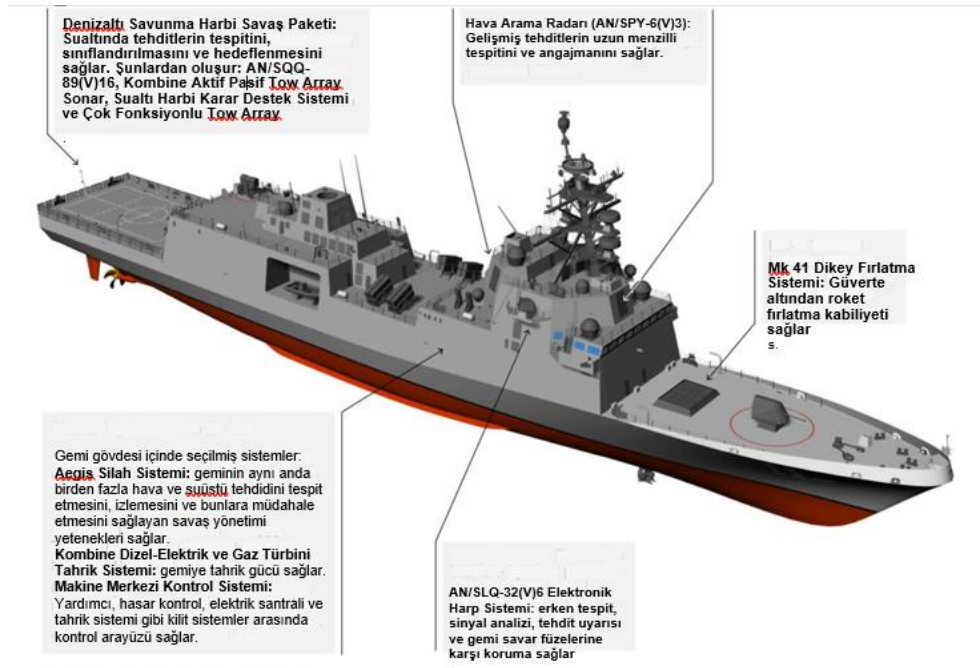
Bu performans denetimini Ocak 2023- Mayıs 2024 tarihleri arasında genel kabul görmüş kamu denetim standartlarına uygun olarak yürüttük. Bu standartlar, denetimin, denetim hedeflerimize dayalı bulgularımız ve sonuçlarımız için makul bir temel oluşturacak yeterli ve uygun kanıtlar elde etmek üzere planlanmasını ve yürütülmesini gerektirmektedir. Elde ettiğimiz kanıtların, denetim amaçlarımız doğrultusunda ulaştığımız bulgu ve sonuçlara makul bir dayanak oluşturduğuna inanıyoruz.

Arka plan

Firkateyn Tasarım Özellikleri

Deniz Kuvvetleri yeni firkateynlerin hava harbi, su üstü harbi, denizaltı savunma harbi ve elektromanyetik harp harekâtları icra edebilen çok görevli, küçük su üstü savaş gemileri olarak hizmet vermesini planlamaktadır. Deniz Kuvvetleri firkateynlerin hem mavi su (yani okyanus ortası) hem de kıyı (yani kıyıya yakın) bölgelerinde bağımsız olarak ya da daha büyük filo oluşumlarının bir parçası olarak faaliyet göstermesini beklemektedir. 2014 yılında Savunma Bakanı, beka ve vurucu güç olma endişelerini gerekçe göstererek Deniz Kuvvetleri'ni LCS'ye alternatifleri değerlendirmeye yönlendirdi. Deniz Kuvvetleri 2017 yılında mevcut firkateyn programını başlatmıştır. Deniz Kuvvetlerinin firkateyn geliştirme ve edinme yaklaşımı 2014'ten 2019'a kadar gelişti ve olgunlaştı; bu süreci daha önceki birkaç raporda anlatmıştık.

Teknik riski azaltmak için, ana gemi tasarım yaklaşımı, denizde halihazırda denenmiş mevcut bir gövde tasarımından yararlanmayı ve onu değiştirmeyi amaçlamıştır. Firkateyn tasarımı aynı zamanda geminin görevlerini yerine getirmesini sağlayacak çeşitli sistemleri de içermektedir. Deniz Kuvvetleri, ana tasarımı bu sistemleri barındıracak ve Deniz Kuvvetlerinin gemide yaşam ve beka gereksinimlerini karşılayacak şekilde uyarlamıştır. Şekil 2 ve 3'de firkateyn üzerindeki seçilmiş görev sistemleri ve ana tasarım ile Deniz Kuvvetleri firkateyni tasarımları arasındaki tasarım değişiklikleri gösterilmektedir.



Şekil – 2 Firkateyn Üzerindeki Seçilmiş Görev Sistemleri

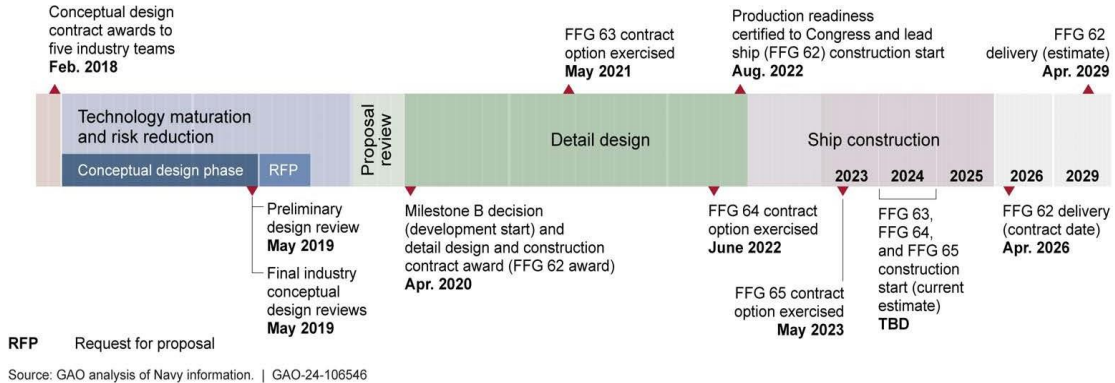


Şekil 3: FFG 62 Tasarımında Ana Tasarımdan Yapılan Değişikliklerin Gösterimi

- Daha büyük jeneratörler ve gelecekteki büyümeyi karşılamak için gövde 23,6 fit uzatıldı.
- Denge için sonar dome ve kapalı güverteyi kaldırmak üzere baş tasarımı değiştirildi.
- Daha yüksek jeneratör kapasitesi transit hızı ve gelecekteki büyümeyi desteklemek için artırıldı.
- Geliştirilmiş akustik performans için pervane değiştirildi.
- Marjlar ve gelecekteki büyüme için deplasman -500 ton artırıldı.
- Üst kısım ABD Deniz Kuvvetleri savaş sistemlerini barındıracak şekilde değiştirildi.

Firkateyn Programı ve Finansmanı

Nisan 2020'de Deniz Kuvvetleri, firkateynin detay tasarım ve inşa sözleşmesini FMM'ye verdi. İki yıldan uzun bir süre sonra, Ağustos 2022'de, Deniz Kuvvetleri Komutanlığı kongre savunma komitelerine üretime hazırlık incelemesinin sonuçlarını rapor etti ve onayladı. Deniz Kuvvetleri Komutanlığı, programın ilk gemisinin inşasını onaylamadan önce geminin temel ve işlevsel tasarımının tamamlandığını onayladı. Aşağıdaki Şekil 4, 2018'e kadar uzanan önemli firkateyn programı olaylarının yanı sıra gelecek planlarını da göstermektedir.



Şekil 4: Firkateyn Tedarik Takvimi

Kongre ilk altı firkateyn için 2020 ve 2024 mali yılları arasında yılda bir ile iki oranında finansman yetkisi vermiş ve ödenek ayırmıştır. Deniz Kuvvetleri'nin 2025 mali yılı bütçe talebi, Deniz Kuvvetleri'nin detay tasarım ve inşa sözleşmesi kapsamına dahil ettiği dört ilave firkateyn (yılda bir ile iki gemi) için 2027 mali yılına kadar finansmanı belirlemiştir.

Buna ek olarak, Deniz Kuvvetleri ilk dört firkateyn için devlet tarafından sağlanan temel donanım sistemlerinde yaklaşık 310 milyon dolarlık maliyet artışı tespit etmiştir. Deniz Kuvvetleri ayrıca gelecekteki firkateynler için de maliyet artışı belirlemiştir. Program yetkilileri, maliyet artışının büyük ölçüde malzeme ve işçilik fiyatlarını etkileyen enflasyon ve ekonomik faktörlerden kaynaklandığını belirtmiştir. Deniz Kuvvetleri, bu maliyet artışını ele almak için bir yeniden programlama faaliyeti yoluyla yaklaşık 310 milyon dolar almıştır. 2025-2029 mali yıllarında belirlenen maliyet artışı için bu yıllara ait bütçe taleplerinde fon talep etmeyi planlamaktadır. Tablo 1, Deniz Kuvvetleri'nin firkateyn programı için 2025 mali yılı bütçe tahminine ilişkin ayrıntıları içermektedir.

(Dollars in millions)

	Prior Years	2023	2024	2025	2026	2027	To complete
Gemi miktarları	3	1	2	1	2	1	10
Gemi İnşa ve Dönüşüm Finansmanı	\$3,431.2 ^a	\$1,444.8	\$2,173.7	\$1,170.4	\$2,195.6	\$1,173.3	\$10,827.7
Araştırma, Geliştirme, Test ve Değerlendirme finansmanı	\$594.4	\$106.2	\$113.0	\$107.7	\$107.9	\$107.2	Continuing

Tablo 1: Constellation Sınıfı Firkateyn Programı için Deniz Kuvvetlerinin 2025 Mali Yılı Bütçe Tahmini

Firkateyn Sözleşme Stratejisi

Deniz Kuvvetleri, firkateyn detay tasarımı ve 10 adede kadar geminin inşası için ek özel teşvik ücretleriyle birlikte sabit fiyatlı bir teşvik (kesin hedef) sözleşmesini rekabetçi bir şekilde ihale etmiştir. Sabit fiyatlı teşvik sözleşmeleri genellikle pay oranı olarak adlandırılan bir kar ayarlama formülünün yanı sıra bir hedef maliyet, hedef kar ve bir fiyat tavanı içerir. Pay oranının yapısı, bir hedef maliyetle ilişkili olarak maliyet aşımalarının veya eksik aşımaların hükümet ve gemi inşa eden arasında fiyat tavanına kadar nasıl paylaşılabileceğini belirler. Genel olarak pay oranı, gerçek maliyetler hedef maliyeti aştıkça gemi inşa edenin kârını azaltma işlevi görür. Tavan fiyat genellikle hükümetin sözleşme kapsamında ödeyeceği azami tutardır ve tipik olarak hedef maliyetin bir yüzdesi olarak müzakere edilir. Hedef maliyet genellikle paylaşım çizgisi ve tavan fiyat hakkında bilgi verir.

Öncü Gemi Tasarım Uygulamaları

Mayıs 2009'da, Deniz Kuvvetlerinin program sonuçlarını iyileştirmek için uyarlayabileceği ticari gemi inşasındaki en iyi uygulamaları belirledik. Mayıs 2024'te, önde gelen ticari gemi yapımcıları tarafından üstlenilen tasarım uygulamalarındaki yeni gelişmeleri yansıtmak için bu çalışmayı güncelledik. Bununla birlikte, temel uygulamaların çoğu 2009 raporumuzda belirlenen uygulamalarla genel olarak uyumlu kalmıştır. Nisan raporunun bir parçası olarak, Deniz Kuvvetleri'nin yeni gemi inşa programlarında inşaaya başlamadan önce tasarım bilgisini geliştirmek için bazı adımlar atmasını tavsiye ettik ve Deniz Kuvvetleri de bu tavsiyeleri genel olarak kabul etti.

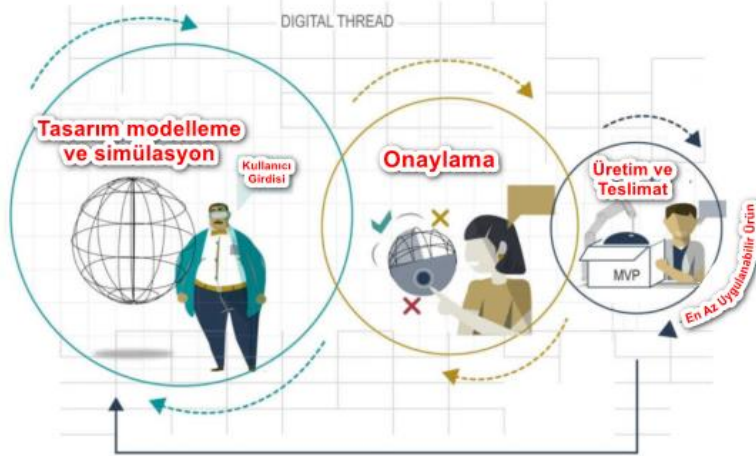
2009 ve 2024 yıllarında birlikte yaptığımız çalışmalar, önde gelen gemi inşa firmalarının tasarım geliştirme ilerledikçe artan ve yeterli derecede olgunluk sağlamak için bu uygulamalara güvendiklerini ortaya koymuştur. Bu uygulamaların zamanında gerçekleştirilmesi, yeni gemilerin maliyet ve program tahminleri dahilinde teslim edilmesi için çok önemlidir. Tablo 2, aşamalara göre özel tasarım uygulamalarını özetlemektedir

Dizayn Aşaması	İlgili temel görevler
Temel ve fonksiyonel tasarım	Gemi çelik yapısını tespit edin ve hidrodinamiği ayarlayın Emniyet sistemlerinin tasarlanması ve ilgili makamlardan onay alınması Elektrik, su ve diğer kamu hizmetleri de dahil olmak üzere tüm ana dağıtım sistemlerini yönlendirin Her bloktaki boru hattı, havalandırma, ekipman ve diğer donanımların konumu hakkında bilgi verin Nihai sistem tasarımının anlaşılmasını desteklemek için satıcı tarafından sağlanan güvenilir bilgilerle birlikte gemi yapısının ve ana sistemlerin 3D modeli. Güvenilir satıcı tarafından sağlanan bilgiler, alan, ağırlık, güç, su ve diğer yardımcı programlar için gereksinimler de dahil olmak üzere gemi ekipmanı ve bileşenleri için özelliklerin kesin bir şekilde anlaşılmasını yansıtır. Güvenilir tedarikçi tarafından sağlanan bilgilere örnek olarak, bir ekipman parçası için şartnamelerin tamamlanmış olması ancak bu şartnamelerin imalat yoluyla doğrulanması için fabrika kabul testlerinin sonuçlarının beklenmesi verilebilir
Temel ve fonksiyonel tasarımın tamamlanmasıyla elde edilen tasarım kararlılığı	
Detay tasarım	Gemi inşasının temel birimi olan her blok için ayrıntılı sistem bilgilerini gösteren ve inşayı destekleyen çalışma talimatları oluşturmak üzere 3D modelleme bilgilerini kullanın; alt yükleniciler ve tedarikçiler için kılavuz, montaj çizimleri, programlar, malzeme listeleri ve ön imalatlı malzeme ve parçaların listelerini içerir Asgari olarak, geminin herhangi bir bloğunun inşasına başlamadan önce o blok için detay tasarımının tamamlanması

Tablo 2: Ticari Gemi Tasarımı için Öncü Uygulamalar

Ürün Geliştirme için Öncü Uygulamalar

Ürün geliştirmeye yönelik öncü uygulamaları belirlemek için de çalışmalar yürüttük. Bu çalışma gemi inşasına özgü olmasa da, daha önce bu öncü uygulamaların genel olarak ticari gemi inşacılarının takip ettiği gemi tasarım uygulamalarıyla uyumlu olduğunu ve kullanıcılara ilgili, temel özellikleri hızlı bir şekilde sunmaya odaklandıklarını bildirmiştik. Temmuz 2023'te, önde gelen şirketlerin karmaşık, siber-fiziksel sistemler (uçaklar ve insansız araçlar gibi donanım ve yazılımdan oluşan ortak mühendislik ağları) için ürün geliştirme çabalarını, sistemleri hızlı bir şekilde tasarlamaya, doğrulamaya ve kullanıcılara ve müşterilere sunmaya hizmet eden üç tekrarlı döngü etrafında yapılandırdıklarını tespit ettik. Şekil 4, önde gelen şirketlerin kullandığı üç tekrarlı döngüyü göstermektedir.



Şekil 5: Önde Gelen Şirketler Asgari Düzeyde Uygulanabilir Ürün Geliştirmek İçin Yinelemeli Döngülerle İlerliyor

Önde gelen şirketler, test ve tasarım verilerinin geliştiriciler, kullanıcılar ve diğer paydaşlar arasında gerçek zamanlı olarak paylaşılmasını sağlayan dijital bir iş parçacığı ile desteklenen bu üç döngü arasında sürekli olarak bilgi alışverişinde bulunur. Bu şirketler, bu bilgi alışverişine ve daha doğru prototip oluşturmaya olanak sağlamak için dijital kopyalar ve sanal gerçeklik gibi modern tasarım araçlarını kullanır. Bu döngüsel tasarım süreci sayesinde geliştiriciler, müşteriler ve kullanıcılar genel, üst düzey ürün gereksinimlerini spesifik ürün gereksinimlerine dönüştüren bir yolculukta birlikte çalışırlar. Bu spesifik ürün gereksinimleri, dijital eşleme ve prototipleme yoluyla kullanıcıların ve müşterilerin en temel ihtiyaçlarını karşıladığı ve tahsis edilen program ve bütçe dahilinde üretilebilir olduğu gösterilir. Ortaya çıkan “minimum uygulanabilir ürün”, teslim edildikten sonra, üründe yapılacak sonraki yinelemeler (iyileştirmeler) için yeni bir başlangıç noktası sağlar.

Mart 2022'de, önde gelen şirketlerde ürün geliştirme çabalarına rehberlik eden dört ilke belirledik. Bu ilkeler birbirini takip eden nitelikte değildir. Aksine, ürün geliştirmenin erken aşamalarında belirlenir ve daha sonra sürekli olarak gözden geçirilir ve yenilenir. Temmuz 2023 raporumuzda, yinelemeli geliştirmenin üç döngüsünü ilerletmede oynadıklarını tespit ettiğimiz temel rolü göz önünde bulundurarak bu dört ilkeyi tanımlayan söylemimizi geliştirdik. Şekil 6 bu ilkeleri tanımlamaktadır.



Source: GAO analysis of company information; GAO (icons). | GAO-24-106546

Şekil 6: Ürün Geliştirme için Öncü İlkeler

Not: Off-ramping capabilities (Yetenekleri bırakarak/erteleyerek): "Off-ramping" burada,

otoyol çıkışı metaforuna benzer şekilde, projeden bazı özellikleri, işlevleri veya yetenekleri "çıkarmak" veya "ayrı bir yola yönlendirmek" anlamına gelir. Yani, bu yetenekler ya tamamen iptal edilir ya da projenin sonraki aşamalarına ertelenir.

Mart 2022 tarihli çalışmamızın bir parçası olarak, Savunma Bakanlığı'nın (DOD) başlıca, departman genelindeki satın alma politikalarının dört ilkeyi ve bunlara eşlik eden alt ilkelerin çoğunu kısmen uyguladığını tespit ettik (alt ilkelerin listesi için bkz. ek II). Çalışmamız, DOD politikalarının sağlıklı bir iş senaryosuna ulaşmayı, tasarım üzerinde yinelemeyi, ürün geliştirme faaliyetlerinin gerçekçi bir değerlendirmesi yoluyla programa öncelik vermeyi ve son kullanıcı geri bildirimlerini toplamayı destekleyen çok sayıda örnek metin içerdiğini ortaya koymuştur. Savunma Bakanlığı'nın satın alma politikalarını, geliştirme boyunca dört ilkeyi tam olarak uygulayacak şekilde güncellemesi için dört tavsiyede bulunduk. Savunma Bakanlığı bu tavsiyelere katılmış ve Haziran 2024'te tamamlanması planlanan bir sonraki satın alma politikaları güncellemesinde bu tavsiyeleri dikkate alacağını belirtmiştir.

Tasarım İnceleme Çalışmaları ve Yetersiz Kriterler İlerlemeyi Engelledi ve İnşaya

Başlama Beklentilerinin Şişirilmesine Yol Açtı

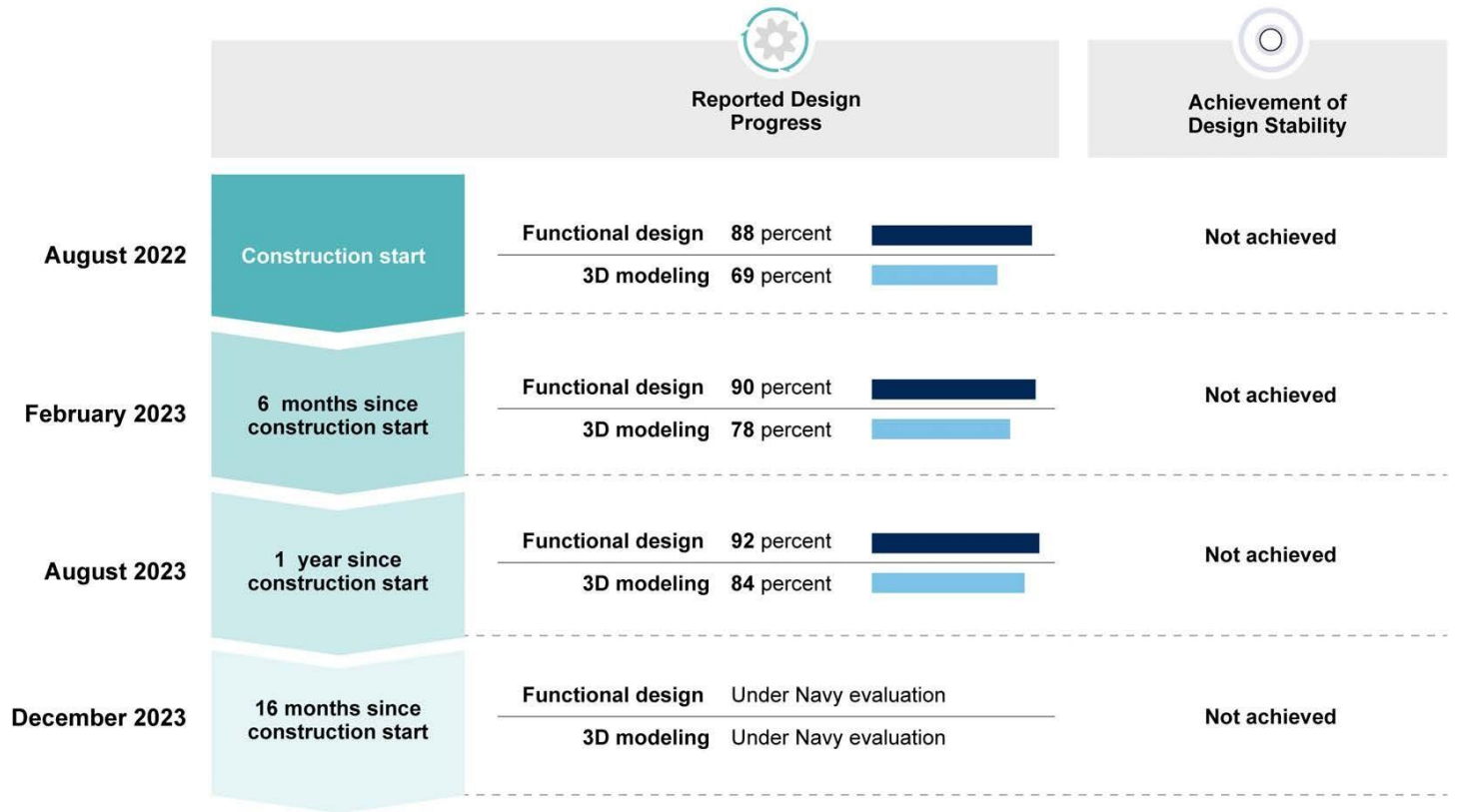
Deniz Kuvvetleri ve gemi inşa eden firma, teknik riski azaltmak ve firkateynleri daha erken teslim etmek için mevcut bir gemi tasarımından yararlandı. Ancak, Deniz Kuvvetleri'nin gemi inşa eden firmanın tamamlanmamış bir tasarımla inşaya başlamasını onaylama kararı, önde gelen gemi tasarım uygulamalarıyla uyumlu değildir ve bu stratejiyi tehlikeye atmaktadır. Gemi inşa firmasının tasarımı tamamlamakta ısrarcı davranması da yapım aşamasında gecikmelere yol açarak öncü firkateyn için Nisan 2026 olarak belirlenen teslim tarihini ulaşılamaz hale getirmiştir. Deniz Kuvvetleri tasarımıdaki ilerlemeyi takip ederken, tasarım istikrarını hesaplama süreci büyük ölçüde tamamlanan tasarım dokümanlarının kalitesinden ziyade miktarına dayanmaktadır. Miktar odaklanma, fonksiyonel tasarım ilerlemesini ve ne kadar tasarım işi kaldığını gizlemektedir. Program zorlukları ve gecikmeler tahmini sözleşme maliyetlerini artırmıştır; ancak Deniz Kuvvetlerinin sabit fiyatlı teşvik sözleşmesi maliyet risklerini sınırlamaya yardımcı olmaktadır.

Değişken Fonksiyonel Tasarım Devam Eden Detay Tasarım İnşa Zorluklarına Neden Oldu

Öncü gemi tasarım uygulamalarının, diğer temel unsurların yanı sıra, öncü ticari gemi yapımcılarının inşaya başlamadan önce bir geminin fonksiyonel tasarımının tamamlanmasını sağladığını tespit ettik. Tamamlanmamış bir fonksiyonel tasarımla inşaya başlamak, tasarım değişiklikleri ve bu değişikliklerin tetiklediği maliyetli yeniden işleme ve süreç dışı çalışma sürecini artırır. Tasarım istikrarının, diğer hususların yanı sıra nihai sistem tasarımının anlaşılmasını desteklemek üzere tedarikçi tarafından sağlanan güvenilir bilgiler kullanılarak 3 boyutlu bir modelde temel ve işlevsel bir tasarımın tamamlanmasıyla elde edildiğini daha önce belirtmiştik.

Deniz Kuvvetleri, Ağustos 2022'de, öncü gemi tasarım uygulamalarına aykırı olarak, tamamlanmamış bir fonksiyonel tasarımla firkateyn inşasına başladı. Deniz Kuvvetleri ve gemi inşa firması, inşa başladıktan bir yıldan fazla bir süre sonra temel fonksiyonel tasarım dokümanlarını tamamlamaya devam etmektedir. Örneğin, Aralık 2023 itibarıyla programın fonksiyonel tasarımı ve 3D modeli tamamlanmamıştır. Fonksiyonel tasarımın tamamlanmasındaki gecikmelerin, 3D modelleme, detay tasarımı ve geminin inşası için gereken çalışma talimatlarının geliştirilmesi de dahil olmak üzere diğer tasarım faaliyetleri üzerinde basamaklı bir etkisi olduğunu tespit ettik. Bu gecikmeler yapım sürecini durdurmuş ve Deniz Kuvvetlerinin mevcut gemi tasarımından yararlanarak teknik riski azaltma ve firkateynleri daha kısa sürede teslim etme yaklaşımını tehlikeye atmıştır. Örneğin, Deniz Kuvvetleri Eylül 2023 itibarıyla gemi inşa firmasının öncü geminin sadece yüzde 3,6'sının inşasını tamamladığını, oysa bu tarihe kadar yüzde 35,5'ini tamamlamış olması gerektiğini bildirmiştir.

Şekil 7, firkateyn programının Ağustos 2022'deki öncü gemi inşa başlangıcına kadar bildirilen fonksiyonel tasarım ve 3D modelleme ilerlemesine ilişkin analizimizi sunmaktadır ve programın belirlenmiş tasarım inceleme ölçütlerine dayanmaktadır.



Source: GAO analysis of Navy reported design progress. | GAO-24-106546

Şekil 7: Deniz Kuvvetlerinin Onaylı İnşa Başlangıcından Bu Yana Firkateyn Tasarımında Kaydedilen İlerlemenin GAO Analizi

Not: Bu analiz, firkateyn program ofisinin şekilde belirtilen ayların sonunda bildirdiği fonksiyonel tasarım ve 3D modelleme ilerlemesini yansıtmaktadır. Firkateyn program ofisi fonksiyonel tasarım ilerlemesini büyük ölçüde teslim edilen sözleşme dokümanlarının miktarına göre ölçmektedir. Ayrıca, programın fonksiyonel tasarım ölçütü 3D modellemeyi içermemektedir. Önde gelen gemi tasarım uygulamaları, inşaya başlamadan önce tasarım istikrarını göstermek için fonksiyonel tasarımın 3D modellemesini içerir. Bildirilen yüzdeler, Deniz Kuvvetleri tasarım ilerleme eğrisi verilerine dayanan yaklaşık değerlerdir. Program ofisi, fonksiyonel tasarım ve 3D modelleme faaliyetlerinin Ağustos 2023'e kadar yüzde 100 tamamlanacağını tahmin etmektedir. Bir Deniz Kuvvetleri yetkilisi, Mart 2024 itibarıyla, Deniz Kuvvetleri yönetiminin Aralık 2023 için firkateyn fonksiyonel tasarım ve 3D modelleme ilerleme sonuçlarını değerlendirdiğini doğruladı. Deniz Kuvvetleri, Aralık 2023 için tasarım ilerlemesinin durumu hakkında daha fazla bilgi vermedi.

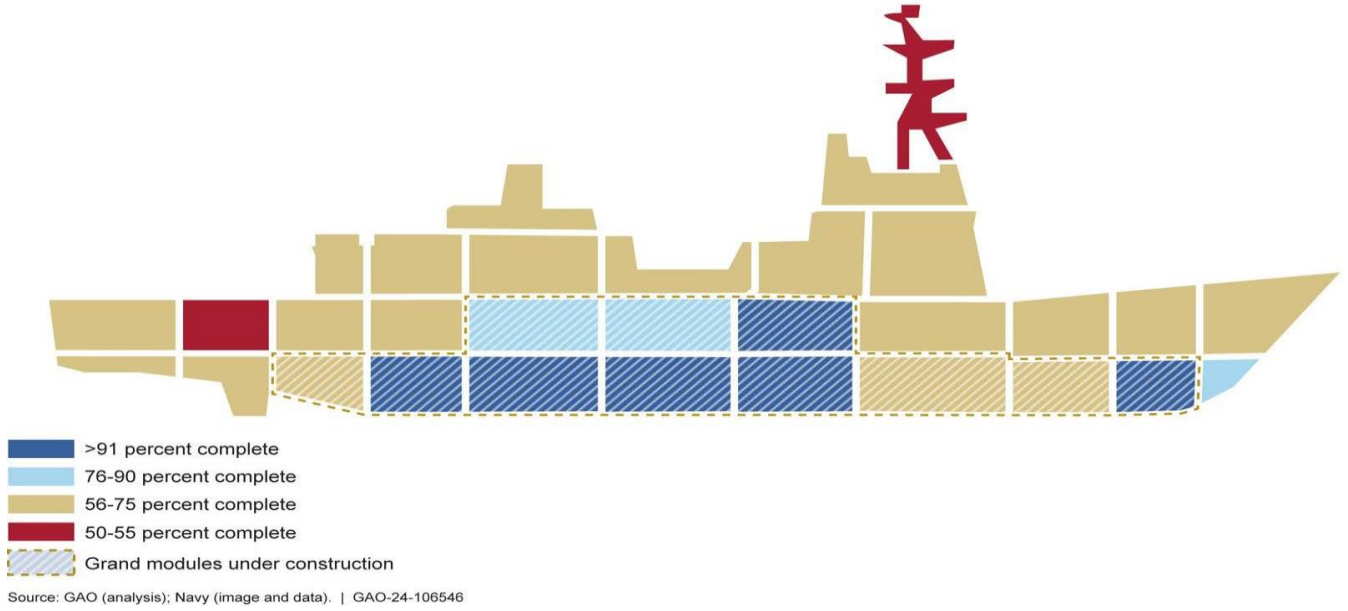
Deniz Kuvvetleri, silah sistemlerini, daha sağlam hasar kontrol sistemlerini ve yeni tasarlanmış bir baş üstü tertibatını dahil etmek için "sözleşme veri gereksinimleri listesi (CDRL) öğeleri" olarak adlandırılan 511 fonksiyonel tasarım belgesinde özgün spesifikasyonlarını uyguladı. Bununla birlikte, Deniz Kuvvetleri ve gemi inşa firması, öncü firkateynin inşasına paralel olarak bu CDRL maddeleriyle (3D model ve detay tasarımını bilgilendiren çizimler, diyagramlar, şartnameler ve konfigürasyonlar) boğuşmaya devam etmektedir.

Şubat 2024 itibarıyla, inşanın başlamasından bir buçuk yıldan fazla bir süre sonra, Deniz

Kuvvetleri ve gemi inşa eden firma 168 CDRL maddesini başarıyla kapatmış (onaylamış), 343 madde ise açık kalmıştır (onaylanmamıştır). Deniz Kuvvetleri ve gemi inşa eden firma 343 açık CDRL maddesinden bazılarını “öncelikli CDRL'ler” olarak kategorize etmektedir. Bu öncelikli CDRL maddeleri birden fazla tasarım dokümantasyonunu etkilemekte ve bazı durumlarda geminin birden fazla “büyük modülünü” (firkateyn program ofisinin bloklar için kullandığı terim) geçmektedir. Bu CDRL maddelerinin kapatılmasının daha zor olduğu ve beklenenden daha uzun sürdüğü görülmüştür. Örneğin, Temmuz 2022'de gemi inşa firması 47 öncelikli CDRL kaleminin Ocak 2023'e kadar kapatılmasını öngörüyordu. Temmuz 2022'de 47 olan öncelikli CDRL kalemlerinin sayısı Ekim 2023 itibarıyla 70'e yükselmiştir. Ancak bu tarih itibarıyla Deniz Kuvvetleri ve gemi inşa eden firma sadece 15 öncelikli CDRL kalemini kapatmıştır

Program yetkililerine göre, öncelikli CDRL kalemlerindeki artış, Deniz Kuvvetleri'nin ve gemi inşa firmasının inşayı desteklemek için gereken kritik, açık tasarım belgelerini tamamlamaya odaklanmasını yansıtmaktadır. Başka bir deyişle, bu artış mevcut sözleşmeye eklenen tasarım kapsamını değil, programın birbirine bağlı ve dağıtım sistemleri için tasarım detayları da dahil olmak üzere önemli tasarım detaylarını sonuçlandırmaya artan odağını yansıtmaktadır. Ancak, bu tasarım dokümanları kapatılmadan (onaylanmadan), gemi inşa firması geminin 3D modelini tamamlayamaz; gemi inşa firması bu modelden yola çıkarak her bir büyük modül için detay tasarımını geliştirir.

Ayrıca, önde gelen gemi tasarım uygulamalarına göre, bir geminin bir bloğunun (veya büyük modülünün) inşasına, o bloğun detay tasarımı tamamlanmadan başlanmamalıdır. Önde gelen ticari gemi inşa firmaları, blokların inşasının zamanında ve verimli bir şekilde ilerlemesini sağlamak için bu tamamlamaya güvenmektedir. Ancak firkateyn gemi inşa firması bu öncü uygulamaya aykırı olarak detay tasarımı tamamlanmamış büyük modüllerin inşasına başlamıştır. Sonuç olarak, bir blok üzerinde inşaya başlamadan önce detay tasarımını tamamlamayan firkateyn gemi inşa firması şu anda muhtemelen iki istenmeyen sonuçla karşı karşıya kalmaktadır: (1) maliyetli yeniden çalışma ve sıra dışı çalışma veya (2) tasarımın tamamlanmasını beklemek için insanın daha da geciktirilmesi. Şekil 8'de gemi inşa edenin Ekim 2023 itibarıyla (inşa başladıktan 1 yıl sonra) büyük modül bazında 3D modelleme tamamlama değerlendirmesi gösterilmektedir.



Şekil 8: Büyük Modüle Göre Firkateyn 3D Modelleme İlerlemesinin Gemi İnşa Firmaları Tarafından Değerlendirilmesi (Ekim 2023)

Kasım 2022'ye gelindiğinde, Deniz Kuvvetleri, gemi inşa firmasının öncü gemi için Nisan 2026 sözleşme teslim tarihini karşılama ihtimalinin düşük olduğu sonucuna varmıştır. Deniz Kuvvetleri, Mayıs 2023'te gemi inşa firmasına gönderdiği bir yazıda, tasarımdaki ilerlemenin inşa ve teslimat programını sürdürmek için yeterli olmadığını belirtmiştir. Deniz Kuvvetleri, gemi inşa firmasından, geminin inşasını destekleyecek tasarım belgelerini geliştirme planının ve bu sağlanana kadar gerekli hafifletme adımlarının uygulanmasını yeniden sağlamak için bir eylem planı geliştirmesini talep etmiştir. Programın, yapımın başlamasından bu yana detay tasarımın tamamlanmasında sürekli gecikmeler yaşadığını tespit ettik. Daha yakın bir tarihte, Aralık 2023'te Deniz Kuvvetleri, gemi inşa eden firmanın devam eden inşaat gecikmelerinin öncü gemi teslimatını Aralık 2027'ye, yani sözleşme teslim tarihinden yaklaşık 20 ay sonraya erteleyeceğini tahmin ettiğini bildirmiştir. Ocak 2024'te Deniz Kuvvetleri Komutanı, Deniz Kuvvetlerinin gemi inşa sorunlarına ilişkin kapsamlı bir inceleme başlatmıştır. Bu değerlendirmede gemi inşa sanayi ve firkateyn ve *Columbia* sınıfı denizaltı gibi programları zamanında yürütme becerisi gözden geçirildi.

Nisan 2024'te Deniz Kuvvetleri, değerlendirmenin sonuçlarını yayınladı ve birkaç programını etkileyen yeni gecikmeler tespit etti. Firkateyn için değerlendirme, öncü gemi teslimatının Deniz Kuvvetleri'nin daha önce tahmin ettiği yaklaşık 20 aylık gecikmenin ötesinde muhtemelen 16 ay daha gecikeceği sonucuna varmıştır. Toplamda 36 ay olarak tahmin edilen bu gecikme, öncü firkateynin 2029 yılında, yani inşaatın başlamasından yaklaşık 7 yıl sonra teslim edilmesine karşılık gelmektedir. Değerlendirme sonuçları, sözleşme kapsamındaki diğer üç firkateyn (FFG 63'ten FFG 65'e kadar) için teslimat gecikmelerinin bir tahminini içermiyordu, ancak program yetkilileri, öncü gemi bulgularının, takip eden gemilerin inşası ve teslimatı için yeni tarihlerin belirlenmesine bilgi vereceğini belirtti.

Firkateyn teslimatları için yeni tarihlerin değerlendirilmesinde karmaşık bir faktör, gemi inşa firmasının Ekim 2023'te firkateyn tasarımında planlanmamış ağırlık artışı bildirmesidir. Gemi inşa firmasının Haziran 2020 ağırlık tahmininin yüzde 10'un üzerinde bir artış. Deniz Kuvvetlerinin yapısal, devre, havalandırma ve diğer sistemlerle ilgili bilgi eksiklikleri de dahil olmak üzere gemi tasarımının eksik unsurlarıyla inşayı onaylama kararı ve yabancı bir tasarımın Deniz Kuvvetleri gereksinimlerini karşılayacak şekilde uyarlanması hafife alınması bu ağırlık artışını tetiklemiştir.

Bu ağırlık artışının çözüme kavuşturulması, gemi inşa firmasının devam etmekte olan tasarım faaliyetlerine yeni bir boyut kazandırarak, zaten takvimi zor olan bu çalışmaların öngörülebilirliğini daha da azaltmaktadır. Ayrıca, daha önce LCS programını değerlendiren Temmuz 2014 tarihli bir raporda da tespit ettiğimiz üzere, gemi inşası sırasında planlanmamış ağırlık artışı, kısa vadede (yani geminin filoya teslimi sırasında) ve uzun vadede, filo geminin planlanan onlarca yıllık hizmet ömrü boyunca başlangıçtaki yeteneklerini değiştirmeye ve geliştirmeye çalıştığından, gemi yeteneklerini tehlikeye atabilir. Aralık 2023'te Deniz Kuvvetleri, riski değerlendirmek için firkateyn ağırlık artışına ilişkin ayrı bir inceleme başlattı. Deniz Kuvvetleri, Nisan 2024'te bize, geminin tasarımını etkileyen ağırlık artışını çözmek için diğerlerinin yanı sıra potansiyel bir yol olarak firkateynin hız gereksiniminde bir azalmayı düşündüğünü açıkladı.

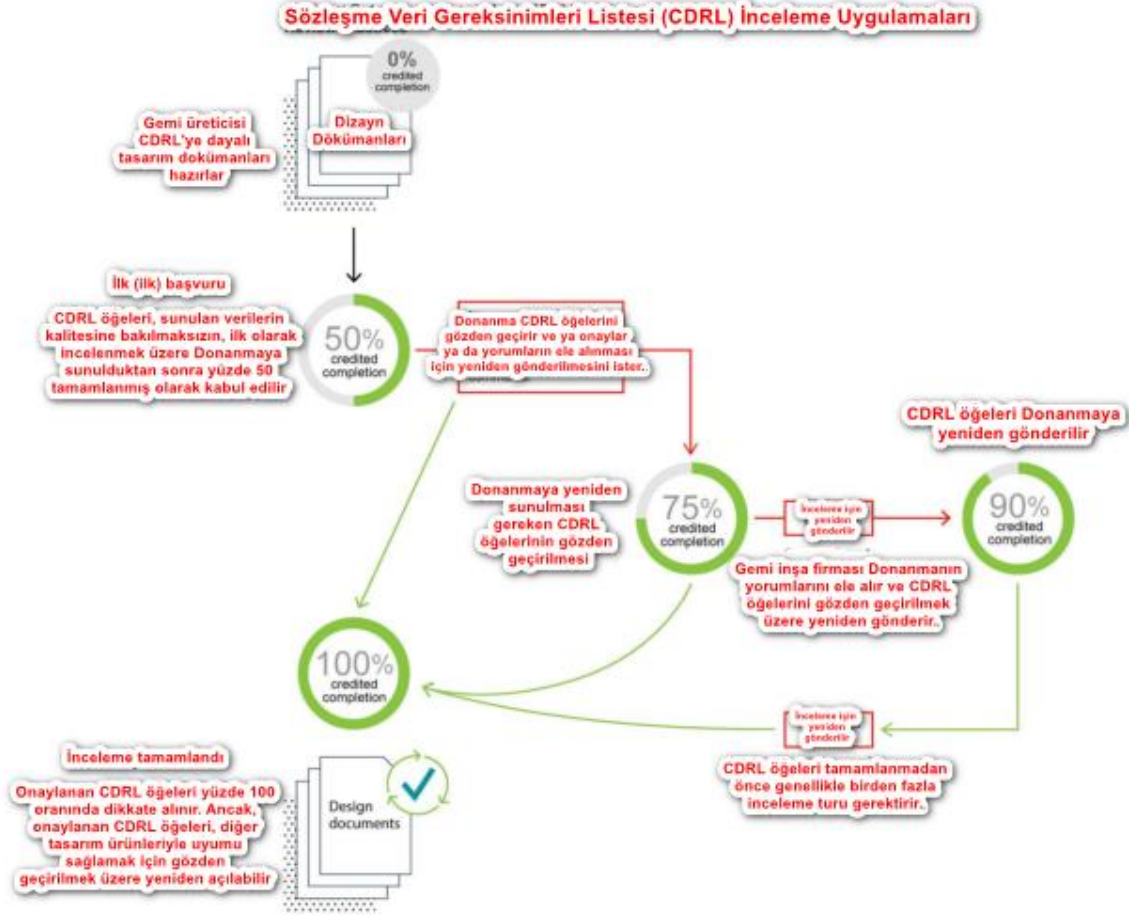
Tasarım Çıktılarının Kalitesinden Çok Miktarına Dayalı Ölçütler Tasarım İstikrarsızlığını Gizledi

Yetersiz tasarım gözden geçirme uygulamaları ve ölçütleri, Deniz Kuvvetlerinin firkateyn tasarımındaki ilerlemeyi görmesini engellemiş ve gerçekçi gemi teslim tarihlerinin tahmin edilmesinin önünde bir engel olarak kalmıştır. Deniz Kuvvetleri, fonksiyonel tasarım kararlılığını, sunulan CDRL öğelerinin kalitesinden ziyade, ağırlıklı olarak gemi yapımcısının Deniz Kuvvetleri incelemesine sunduğu CDRL öğelerinin miktarına göre hesaplamakta ve izlemektedir. Örneğin, programın inşa başlangıcında hesaplanan fonksiyonel tasarım kararlılığı, tasarım CDRL öğelerini yalnızca gemi inşa firmasının bunları Deniz Kuvvetlerine sunmuş olması nedeniyle yüzde 50 ila 75 oranında tamamlanmış olarak değerlendiren ancak CDRL öğesinin kalitesini dikkate almayan bir ölçüte dayanmaktadır.

Navy engineering officials noted instances where the Navy received items largely incomplete and, in some cases, without any design content from the frigate shipbuilder—an occurrence the Navy officials attributed to the contractor's desire to meet a contract deadline for submitting a given CDRL item. In such instances, the Navy has credited these largely incomplete CDRL items as 50 percent complete. These practices and metrics caused the frigate's functional design to appear more complete than what had been achieved. Figure 8 further details the Navy's practices and metrics for assessing functional design progress.

Deniz Kuvvetleri teknik personeli, Deniz Kuvvetlerinin firkateyn gemi inşa firmasından büyük ölçüde tamamlanmamış ve bazı durumlarda hiçbir tasarım içeriği olmayan öğeler aldığını belirtmiştir; Deniz Kuvvetleri yetkilileri bu durumu yüklenicinin belirli bir CDRL öğesini teslim etmek için sözleşmedeki son tarihe uyma isteğine bağlamıştır. Bu gibi durumlarda, Deniz Kuvvetleri bu büyük ölçüde tamamlanmamış CDRL öğelerini yüzde 50 tamamlanmış olarak değerlendirmiştir. Bu uygulamalar ve ölçütler firkateynin fonksiyonel tasarımının elde edilenden daha tamamlanmış görünmesine neden olmuştur. Şekil 8'de Deniz Kuvvetlerinin

fonksiyonel tasarım ilerlemesini değerlendirmeye yönelik uygulamaları ve ölçütleri ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.



Şekil 8: Firkateyn Fonksiyonel Tasarım İlerlemesinin Ölçülmesine Yönelik Deniz Kuvvetleri Uygulamaları ve Ölçütlerine Açıklayıcı Örnek

CDRL öğelerinin, yorumları ele almak ve öğeleri tamamlanmış olarak kapatmak için Deniz Kuvvetleri ve gemi inşa firması arasında genellikle birden fazla inceleme aşaması gerektirdiğini tespit ettik. Örneğin, Temmuz 2022'de gemi inşa eden firma, yapısal tasarım CDRL öğesini oluşturan 26 destekleyici belgeden biri hakkında Deniz Kuvvetlerinden aldığı 170'in üzerinde kritik yoruma yanıt veriyordu. Program yetkililerine göre yapısal tasarım, gemi inşa firması tarafından geliştirilen firkateyn tasarımının ilk parçasıydı ve genel firkateyn tasarımının yüzde 20'sini oluşturuyordu. Temmuz 2023 itibarıyla program yetkilileri, 26 destekleyici dokümanın çoğunun tamamlanmamış olmasına rağmen yapısal tasarımın oldukça hazır olduğunu belirtmişlerdir.

Yukarıda özetlenen firkateyn tasarım inceleme uygulamaları ve ölçütlerinin aksine, önde gelen gemi tasarım uygulamaları çalışmamız yakın zamanda ticari gemi inşa firmalarının

tasarım gelişmişliğini değerlendirirken ve inşaaya hazır olma konusunda karar verirken genellikle elde edilen temel gemi tasarım bilgisine odaklandığını ortaya koymuştur. Bu bilgi, tasarımın tamamlanma hesaplamalarından ziyade tasarım ürünü onayları, satıcı tarafından sağlanan bilgilerin eksiksizliği ve inşa için malzeme mevcudiyetinden kaynaklanmaktadır.

Deniz Kuvvetleri politikası, gemi inşa programlarının karar merciine, fonksiyonel tasarım ilerlemesini hesaplamada en uygun olduğunu belirlediği belirli uygulamaları ve ölçütleri tanımlama esnekliği tanımaktadır. Program yetkililerine göre, mevcut uygulamaları ve ölçütleri, tasarım ilerlemesinin ikili bir onaylandı/onaylanmadı ölçütü altında sağlanandan daha iyi görünürlüğünü sağlamak için uygulamışlardır. Ancak, Deniz Kuvvetlerinin tasarım inceleme uygulamaları ve ölçütleri ne firkateyn tasarım ilerlemesine ilişkin net bir görünürlük sağlamakta ne de henüz inşasına başlanmamış olan ikinci gemi (FFG 63) de dahil olmak üzere gelecekteki firkateynlerin programlarını tahmin etmek için gerçekçi bir temel sağlamaktadır. Tasarım ürünlerinin kalitesini dikkate alan ölçütlerin geliştirilmesi, Deniz Kuvvetleri'ne gemi inşa firmasının tasarım ilerlemesine ilişkin daha doğru bir gösterge sağlayacaktır. Devam gemilerinin inşasına başlamadan önce bu ölçütleri değiştirmeden, Deniz Kuvvetleri satın alma liderliği filo operatörlerine ve Kongre'ye bu firkateynlerin ne zaman teslim edileceği ve görevler için hazır olacağı konusunda tavsiyede bulunma konusunda yetersiz kalacaktır.

Firkateyn Sözleşmesi Deniz Kuvvetlerinin Tasarım Zorluklarından Kaynaklanan Maliyet Artışına İlişkin Sorumluluğunu Sınırlıyor

Deniz Kuvvetlerinin firkateyn detay tasarımı ve inşası için ek özel bir performans destek ücreti ile birlikte sabit fiyatlı bir destek (kesin hedef) sözleşmesi müzakere etme kararı, önceki Deniz Kuvvetleri su üstü muharip gemi inşa programlarından önemli bir ayrılışı temsil etmektedir. Deniz Kuvvetleri genellikle öncü ve bazen de erken takip gemilerinin detay tasarımı ve inşası için maliyet geri ödemeli sözleşmeler kullanmakta ve bu sözleşmeler kapsamında hükümet genellikle maliyet, program veya gemi performansı sorunları riskini üstlenmektedir. Sabit fiyatlı destek sözleşmesi kullanan Deniz Kuvvetleri şu anda maliyet riskini şu anda sözleşmesi devam eden dört firkateynin tavan fiyatlarının toplamı ile sınırlandırmıştır - yaklaşık 2,5 milyar dolar.

Aralık 2023 itibarıyla öncü geminin inşası yüzde 10'dan daha az bir oranda tamamlanmış olmasına rağmen, gemi inşa firmasının öncü firkateyni teslim etmek için öngördüğü maliyet sözleşme tavan fiyatının üzerine çıkmıştır. Program yetkilileri ve gemi inşa eden firma temsilcileri sözleşmedeki tahmini maliyet artışını çeşitli faktörlere bağladılar. Hem program ofisi hem de gemi yapımcısı tarafından belirtilen faktörler arasında, diğer şeylerin yanı sıra, tasarım zorlukları ve ilgili tasarım maliyetleri ve bir kısmı enflasyondan kaynaklanan beklenenden daha yüksek malzeme ve işçilik maliyetleri yer almaktadır.

Program yetkilileri bir başka etkenin de gemi inşa eden firmanın alt yüklenicilerle malzeme konusunda agresif teklifler vermesi olduğunu ve bunların birçoğunun işe yaramadığını belirtmişlerdir.

Öncü firkateynin sözleşme hüküm ve koşulları, hükümetin maliyet aşımına ilişkin sorumluluğunu, sözleşme tavan fiyatına (hedef maliyetin yüzde 120'si) kadar hedef maliyetin üzerindeki maliyetlerin yüzde 70'lik payı ile sınırlamaktadır. Sonuç olarak, hükümet tavan fiyata kadar olan maliyet aşımının çoğunu finanse etmekten sorumlu

olacaktır. Ancak, genel olarak, bu tavan fiyatın üzerindeki izin verilebilir maliyetler firkateyn gemi inşa firması tarafından karşılanır. Firkateyn sözleşmesine opsiyon olarak dahil edilen dokuz devam gemisi için sözleşme şartları, hedef maliyetin üzerinde daha düşük pay hatları ve çoğu gemi için daha düşük tavan fiyatlar (öncü firkateynle karşılaştırıldığında) yoluyla hükümetin maliyet aşımına ilişkin sorumluluğunu daha da azaltmaktadır.

İnşa Gecikmeleri Kilit Sistemler için Test Planlarını İyileştirme Fırsatı Sunuyor

Gelişimsel ve teknik riskleri azaltmak için firkateyn programı, diğer Deniz Kuvvetleri gemilerinde zaten denenmiş olan birçok görev sisteminden yararlanmaktadır. Bununla birlikte, Deniz Kuvvetleri henüz iki kritik ana sistemi (tahrik ve makine kontrol sistemleri) göstermemiştir. Tahrik sistemi daha önce hiçbir ABD Deniz Kuvvetleri gemisinde kullanılmamıştır. Kontrol sistemi ise firkateyn için özel olarak geliştirilmiş yeni bir sistemdir. Deniz Kuvvetleri şu anda öncü gemiyi teslim etmeden önce bu sistemleri karada tam olarak test etmeyi planlamıyor. Karada ilk testlerin yapılması, öncü gemi teslim edildikten ve denize açıldıktan sonra sorunların ortaya çıkma riskini azaltabilir. Firkateyn test planında 2025 yılında yapılması planlanan bir güncelleme öncü geminin teslim tarihindeki gecikmelerle birlikte programa bu iki kendini kanıtlamamış sistemin karada testini yapma şansı sunabilir.

Firkateyn Kabiliyetleri Büyük Ölçüde Mevcut Sistemlere Dayanıyor, Ancak Tahrik ve Makine Kontrol Sistemleri Henüz Kullanılmadı

Deniz Kuvvetlerinin firkateynleri hızlı ve uygun maliyetli bir şekilde sahaya sürme yaklaşımı, teknik riski azaltmak için büyük ölçüde mevcut görev sistemlerinden yararlanmaya dayanmaktadır. Daha önce, daha gelişmiş, mevcut sistemlerin kullanılmasının, gelişimsel riskleri sınırlarken yetenek ihtiyaçlarını karşılamak için programları daha iyi konumlandığını bildirmiştik. Programın satın alma stratejisi, tüm entegre sistemlerin, en azından ilgili (tamamen gerçekçi olmaktan daha az) bir ortamda gösterilen temsili bir model veya prototip olan teknolojiye dayanarak olgunluğa ulaşmış olması şartını içermektedir. Bununla birlikte, programın teknoloji olgunluğu ölçüsü, teknolojilerin gerçekçi bir ortamda gösterildikten sonra olgunlaştığını belirleyen teknoloji hazırlığı en iyi uygulamalarımızla uyumlu değildir. Program herhangi bir yeni veya yeni teknolojiye sahip olmadığını bildirmiş olsa da, analizimiz bazı firkateyn sistemlerinin çeşitli düzeylerde gelişim ve entegrasyon riski oluşturacağını ortaya koymuştur.

Yedi sistem üzerinde yaptığımız değerlendirmede, beş sistemin düşük ila orta riskli veya orta riskli olduğu, diğer iki sistemin ise (tahrik ve makine merkezi kontrolü) yüksek seviyede gelişim ve entegrasyon riski taşıdığı tespit edilmiştir (bkz. Tablo 3).

Sistem Adı	GAO tarafından değerlendirilen risk seviyesi	GAO'nun değerlendirdiği risk seviyesinin gerekçesi
Mk 41 Vertical Launch System (VLS)	Low to medium	VLS, Deniz Kuvvetleri muhrip ve kruvazör sınıflarında kullanılan eski bir sistemdir. Ancak VLS'nin firkateyne entegre edilmesi, VLS ve Aegis için yazılım güncellemeleri gerektirdiğinden potansiyel entegrasyon riski oluşturmaktadır.
AN/SLQ-32(V)6 Electronic Warfare System	Low to medium	AN/SLQ-32(V)6 Elektronik Harp Sistemi birden fazla gemi sınıfında kullanılmaktadır. Bununla birlikte, sistemin yazılım kısmı firkateynlere özgü planlanan güncellemeleri içermekte ve bu nedenle potansiyel entegrasyon riski oluşturmaktadır.

Enterprise Air Surveillance Radar (AN/SPY-6(V)3)	Medium	AN/SPY-6(V)3, DDG 125 destroyerinde kullanılan AN/SPY-6(V)1 radarının küçültülmüş bir versiyonudur. Program, AN/SPY-6(V)3'ün CVN 79 uçak gemisine kurulmasından çıkarılan dersleri uygulamayı, DDG 125'in denizde yapılan testlerinden yararlanmayı ve entegrasyon riskini azaltmak için Aegis Silah Sistemi (Aegis Baseline 10.F) ile karada testler yapmayı planlamaktadır. DDG 125 üzerindeki ilgili deniz testlerinin öncü firkateyn teslimatı ile aynı zamanda tamamlanması planlanırken, AN/SPY-6(V)1, AN/SPY-6(V)3'ten farklı bir sürümdür ve AN/SPY-6(V)3'ün firkateyn üzerindeki entegrasyon riskini azaltmadaki kullanışlılığını sınırlamaktadır. Ayrıca Deniz Kuvvetleri, öncü gemi denize inene kadar AN/SPY-6(V)3'ü firkateynde tam olarak test edemez.
Aegis Weapon System (Aegis Baseline 10.F)	Medium	Aegis Baseline 10.F şu anda DDG 125'te kullanılan savaş sisteminin güncellenmiş bir versiyonudur. AN/SPY-6(V)3 gibi, program da firkateyne özgü kara tabanlı testler gerçekleştirmeyi ve Aegis Baseline 10.F entegrasyonu ve geliştirmesini bilgilendirmek için DDG 125 testlerinden elde edilen verilerden yararlanmayı planlamaktadır. Ancak DDG 125 testleri, Aegis'in öncü firkateynde gemiye entegrasyonundan önce tamamlanmayacaktır. Ayrıca Deniz Kuvvetleri, öncü gemi denize inene kadar Aegis'i firkateynde tam olarak test edemez.
Anti-Submarine Warfare Combat Suite and related systems: AN/SQQ-89(V)16, Undersea Warfare Decision Support System, Multi-Function Towed Array, and Combined Active Passive Towed Array Sonar (CAPTAS-4C)	Medium	Dört alt sistemden üçü ayrı ayrı çeşitli Deniz Kuvvetleri gemi sınıflarında kullanılan sistemlerdir. Dördüncü sistem, CAPTAS-4C, yabancı Deniz Kuvvetleri gemilerinde kullanılmış, ancak Deniz Kuvvetleri gemilerine entegre edilmemiş veya AN/SQQ-89(V)16 ile entegre edilmemiştir. Deniz Kuvvetleri, CAPTAS-4C'yi öncü firkateynin teslimine kadar tam olarak test etmeyi beklememektedir.
Combined Diesel-Electric and Gas Turbine Propulsion System	High	Deniz Kuvvetleri bu tahrik sistemini daha önce hiçbir gemide kullanmamıştır. Yabancı Deniz Kuvvetleri gemileri bu sistemi kullanırken, firkateyn farklı bir konfigürasyon kullanacaktır. Deniz Kuvvetleri yakın geçmişte bazı tahrik sistemlerinde sorunlar ve denizde arızalar yaşamıştır. Ancak mevcut test planları, öncü firkateyn teslimatı sonrasında kadar tahrik sisteminin karada test edilmesini öngörmemektedir. Bu durum, gemi denizdeyken eksikliklerin ortaya çıkma olasılığını artırmakta ve filonun kullanılabilirliğini sınırlayabilir.
Machinery Centralized Control System (Control system)	High	Makine kontrol sistemleri yakın tarihte yeni Deniz Kuvvetleri gemileri için sürekli olarak sorunlar yaratmıştır. Firkateynin kontrol sistemi, yüzde 95'in üzerinde yeni yazılımdan oluşan yeni ve benzersiz bir tasarımdır. Kontrol sisteminin bileşenleri bir laboratuvarında simüle edilmiş olsa da, Deniz Kuvvetleri, firkateynin tesliminden sonrasında kadar kontrol sistemini tahrik sistemiyle birlikte tam olarak göstermeyi planlamamaktadır. Bu durum, gemi denizdeyken eksikliklerin tespit edilme olasılığını artırmakta ve filonun kullanılabilirliğini sınırlayabilir.

Tablo 3: GAO'nun Seçilmiş Firkateyn Sistemlerinin Yarattığı Geliştirme ve Entegrasyon Risklerine İlişkin Değerlendirmesinin Özeti

Kombine Dizel-Elektrik ve Gaz Türbini Tahrik Sistemi

Hali hazırda bazı yabancı gemiler kombine dizel-elektrik ve gaz türbini tahrik sistemiyle çalışıyor olsa da, Deniz Kuvvetlerinin firkateyn için kullanmayı planladığı konfigürasyon hiçbir zaman bir Deniz Kuvvetleri gemisinde tam olarak denenmemiş veya sahaya sürülmemiştir. Firkateynin tahrik sistemi, diğer bileşenlerin yanı sıra bir kombine dizel-elektrik ve gaz türbini, iki elektrikli tahrik motoru, bir ridakşinger dişlisi ve iki sabit hatveli pervane içerecektir. Genel mimari olarak Deniz Kuvvetleri'nin firkateyninin ana tasarımı olan İtalyan firkateyninde kullanılan tahrik sistemine benzer olsa da, firkateyn tahrik sistemi Deniz Kuvvetleri gereksinimlerini ve standartlarını karşılamak için tasarım değişiklikleri gerektirmiştir.

Gemi üreticisi temsilcilerine göre bu durum maliyeti artırdı ve entegrasyon risklerini beraberinde getirdi. Sonuç olarak Deniz Kuvvetleri, bileşenleri İtalyan firkateyninin tahrik sisteminden farklı olacak şekilde yeniden tasarlamıştır. Aşağıdaki Tablo 4'te Deniz Kuvvetleri firkateyni için planlanan ve İtalyan firkateyninde kullanılan tahrik sistemleri karşılaştırılmaktadır

Tablo 4: Deniz Kuvvetleri Firkateyni için Planlanan ve İtalyan Firkateyninde Kullanılan Tahrik Sistemi Bileşenlerinin Karşılaştırılması			
Bileşen	Varsa değişikliklerin açıklaması		
Gas turbine	Aynı-Değişiklik yok		
Electric propulsion motor	Farklı-Hızı ve elektrik gücünü artırmak için daha güçlü tahrik motorları		
Ship service diesel generator	Farklı-Hızı ve elektrik gücünü artırmak için daha yüksek gerilime sahip daha güçlü dizel jeneratörler		
Main reduction gear	Deniz Kuvvetleri gereksinimlerini karşılamak için farklı-yeni tasarlanmış ana ridakşinger dişlisi		
Propellor	Farklı - Sağlamlığı ve güvenilirliği artırmak için yeni tasarlanmış sabit hatveli pervaneler		

Makine Merkezi Kontrol Sistemi

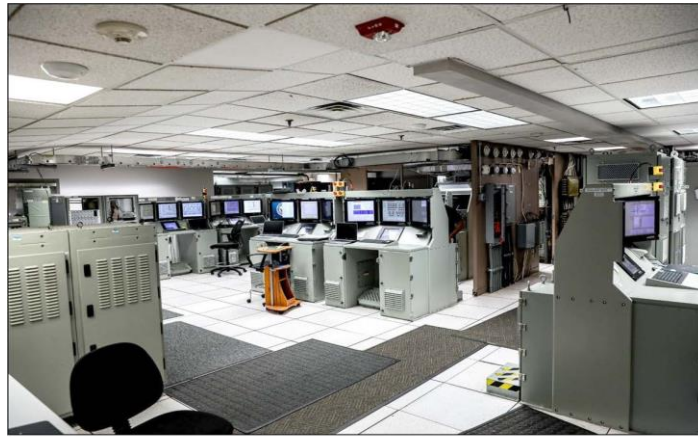
Makine Merkezi Kontrol Sistemi, alarmlar, su sistemleri ve tahrik sistemi de dahil olmak üzere firkateyndeki 45 alt sistem için kullanıcı ve kontrol arayüzü olarak hizmet vermektedir. Kontrol sistemi geliştiricisi L3Harris, firkateynin kontrol sistemi için diğer şeylerin yanı sıra eskimeden kaynaklanan teknik riski azaltmak için bazı adımlar atmıştır. Örneğin, L3Harris yetkilileri önceki gemi sınıflarındaki makine kontrol sistemlerinde kullanılan tescilli yazılım çözümleri yerine açık kaynaklı araçlara geçtiklerini belirtmişlerdir. Daha önce açık kaynaklı yazılım kullanmanın tasarruf sağlama ve verimliliği artırma potansiyeline sahip olduğunu tespit etmiştik. Kontrol sistemi geliştiricilerine göre, açık kaynaklı yazılımlar, eskime olasılığını azaltarak ve Deniz Kuvvetlerine kontrol sisteminde gelecekte yapılacak yükseltmelerde esneklik sağlayarak firkateyn kontrol sisteminin daha uzun ömürlü olmasını sağlayacaktır. Buna ek olarak, kontrol sistemi geliştiricileri, sorunları tespit etmek ve azaltmak amacıyla çeşitli alt sistemleri çalıştıran kontrol sistemini simüle etmek için karadaki sistem entegrasyon laboratuvarında alt sistem donanım ve yazılım testlerini başlatmıştır.

Ancak, kontrol sistemi yeni yazılım kodları ve geliştirici simülasyon testlerinin sınırlamaları nedeniyle risklerle karşı karşıyadır. Örneğin, L3Harris yetkilileri, firkateynin kontrol sisteminin, ana gemi tasarımındaki büyük değişiklikler ve yeni ekipman ve sistemlerle entegrasyon nedeniyle yaklaşık yüzde 95 oranında yeni yazılım kodundan oluştuğunu açıklamıştır. Bu yetkililer ayrıca ana tasarımda kullanılan kontrol sisteminin üreticisinin patentli araçlar kullandığını belirtmişlerdir. Bu durum L3Harris'in firkateyn için kontrol sistemini geliştirirken kendi geliştirme araçlarını kullanmasını engellemiştir. L3Harris yetkililerine göre ayrıca, simülasyon testlerinde Deniz Kuvvetlerinin firkateynin performans göstermesini beklediği tüm çalışma ortamlarını hesaba katmayan modeller kullanılıyor. Sonuç olarak, kontrol sisteminin simülasyon testi yararlı olmakla birlikte, gerçek tahrik sistemi donanımıyla yapılan karada testin sağlayacağı risk azaltma faydalarının aynısını sağlamamaktadır.

Ayrıca, Deniz Kuvvetleri yetkilileri en büyük riskin tahrik sistemi bileşenlerinin (gaz türbini, dizel motorlar, elektrikli tahrik motorları) kontrol sistemi ve entegre güç sistemi ile entegre edilmesinde yattığını vurgulamışlardır. Bu sistemlerin entegrasyonu, tüm bileşenlerin tahrik sistemine güç sağlamak için birlikte çalışmasını sağlamak için gereklidir.

Firkateyn Gecikmeleri, Yüksek Risk Taşıyan Sistemlerin Kabiliyetlerini Göstermek İçin Ek Test Fırsatı Sunabilir

William M. (Mac) Thornberry 2021 Mali Yılı Ulusal Savunma Yetkilendirme Yasası, Deniz Kuvvetleri Komutanı'nın öncü geminin teslim tarihinden önce, firkateyn sınıfı gemilerin makine fabrikası için kara tabanlı bir test programı başlatmasını gerektiren bir hüküm içermektedir. Deniz Kuvvetleri yetkilileri, LCS gibi son gemi sınıflarının, kara tabanlı testlerle daha önce tespit edilip hafifletilebilecek maliyetli tahrik zorlukları ve arızaları yaşamasının ardından kongrenin Kara Konuşlu Makine Sahası (LBES) finansmanına olan ilgisinin arttığını belirtmişlerdir. LBES ayrıca Deniz Kuvvetlerine, gemileri daha uzun süre denizde tutmaya yardımcı olmak için daha sonraki gövdeler için tahrik bileşenlerini sürekli olarak test etme yeteneği sağlar. Bu yaklaşım, Arleigh Burke sınıfı destroyer (DDG 51) programının yıllardır yaptığı LBES testleriyle uyumludur. Şekil 9 ve 10 LBES'in görüntülerini göstermektedir.



Source: Navy. | GAO-24-106546

Şekil 9: Arleigh Burke Sınıfı Kara konuşlu Makine Sahası Kontrol Merkezi



Source: Navy. | GAO-24-106546

Şekil 10: Arleigh Burke Sınıfı Karada Konuşlu Makine Test Sahası

LBES, tahrik sistemini kontrol etmek için gereken diğer bileşenlerin yanı sıra bir gaz türbini, dizel motorlar, bir rıdakşinger dişlisi, elektrikli tahrik motorları ve tam bir kontrol sistemi içeren bir firkateyn tahrik tesisine sahip olacaktır. Deniz Kuvvetleri, firkateyn LBES'in inşasına 2022 mali yılının sonlarında Philadelphia'daki Deniz Kuvvetleri Suüstü Harp Merkezi'nde başlamıştır. Ancak Deniz Kuvvetleri görevlileri, daha önce öngörülen öncü gemi teslim tarihi olan Aralık 2026'dan önce tesisin tamamen çevrimiçi olmasını ve firkateyn testleri için hazır olmasını beklememektedir. Bu nedenle, Deniz Kuvvetleri şu anda LBES'i, öncü firkateyn teslim edildikten ve denize açıldıktan sonra ortaya çıkan ana tahrik sistemi ve kontrol sistemi sorunlarını gidermek için reaktif bir test platformu olarak kullanmayı planlamaktadır.

Bununla birlikte, Deniz Kuvvetleri şimdi öncü firkateynin 2029'da teslim edileceğini tahmin ediyor ve bu da Deniz Kuvvetlerinin firkateyn tahrik ve kontrol sistemlerini test etmek için LBES'i nasıl ve ne zaman kullanacağına ilişkin planlarını yeniden gözden geçirmesine kapı açıyor. Bu gecikme, Deniz Kuvvetlerine, tahrik ve kontrol sistemlerinin proaktif, bulgu odaklı testleri için LBES'i kullanan ileriye dönük bir yol belirleme fırsatı sunmaktadır - eksikliklerin denizdeki öncü gemide bir sorun meydana geldikten sonra değil, daha az risk taşıyan bir ortamda tespit edilmesi ve çözülmesine yönelik bir bakış açısıyla.

Firkateyn alımı 22 milyar doları aşması beklenen bir Savunma Bakanlığı programı olduğundan, Deniz Kuvvetlerinin bir Test ve Değerlendirme Ana Planı (TEMP) geliştirmesi gerekiyordu. Harekât Test ve Değerlendirme Direktörü (DOT&E) bu TEMP'yi Haziran 2020'de onaylamıştır. Savunma Bakanlığı politikası, TEMP'nin programın test gereksinimlerini, bu gereksinimlerin gerekçelerini ve testleri tamamlamak için gereken kaynakları kapsamasını öngörmektedir.³⁵ Firkateyn TEMP'si, belirli görev sistemlerinin karada test edilmesine ilişkin ayrıntılı bölümler de dâhil olmak üzere firkateynin test amaç ve hedeflerine ilişkin bilgiler içermektedir. TEMP, gövde, mekanik ve elektrik testlerini desteklemek için LBES'ten yararlanılabileceğini yansıtırken, LBES'te tahrik ve kontrol sistemlerini test etmek için gereken diğer şeylerin yanı sıra belirli planları, hedefleri ve kaynakları tanımlamamaktadır. Bunun nedeni LBES yasa hükmünün DOT&E'nin firkateyn TEMP'sini onaylamasından sonra yürürlüğe girmiş olmasıdır. Deniz Kuvvetleri, firkateyn TEMP'sini 2025 mali yılında güncellemeyi planlamaktadır; bu da Deniz Kuvvetlerinin TEMP'de LBES test kaynaklarını ve planlarını belirlemesi için doğal bir fırsat sunmaktadır.

TEMP'den ayrı olarak, Deniz Kuvvetleri yetkilileri firkateyn LBES test planını geliştirmeye başlamıştır. Yetkililere göre, Deniz Kuvvetleri yönetiminin bu planı 2024 mali yılı sonuna kadar gözden geçirmesi planlanıyor. Test planı, diğer hususların yanı sıra, LBES testini destekleyecek kaynakları, test türlerini ve hedefleri ana hatlarıyla belirleyecektir. Ancak Firkateyn programı görevlileri TEMP'yi LBES test faaliyetleri ile güncellemeyi planlamadıklarını belirtmişlerdir. Yetkililer ayrıca LBES testinin TEMP'de halihazırda yer alan iki canlı atış testi hedefi altında özetlendiğini belirtmişlerdir. TEMP üzerinde yaptığımız incelemede, program ofisi tarafından belirtilen iki test hedefinin, programın firkateyn programı adına hükümet tarafından yapılan önemli, milyonlarca dolarlık bir yatırım olan LBES'i nasıl kullanmayı planladığını detaylandırmadığı tespit edilmiştir. DOD kılavuzuna göre, programlar yeni veriler toplandıkça ve program yeni edinim kilometre taşlarına ve karar noktalarına ulaştıkça TEMP'yi güncellemelidir. TEMP, LBES test faaliyetlerini ve hedeflerini yansıtacak şekilde güncellenmezse, Deniz Kuvvetleri ve diğer DOD paydaşları, programın LBES'i desteklemek için izlemeyi öngördüğü test hedefleri, faaliyetleri ve kaynakları hakkında net bir fikir sahibi olamayacaktır. Ayrıca, LBES testlerinin diğer firkateyn test faaliyetleriyle nasıl entegre edileceği ve öncü gemi teslimatı için revize edilmiş bir program hakkında sınırlı bilgi olacaktır.

Yineleyici Yaklaşımlar Firkateyn Programının Kabiliyetleri Daha Hızlı Teslim Etmesine Yardımcı Olma Potansiyeli Taşıyor

Deniz Kuvvetlerinin firkateyn için satın alma stratejisi geleneksel, doğrusal bir geliştirme çabası olarak yapılandırılmıştır, ancak ürün geliştirmeye yönelik önde gelen uygulamalarımızın bazı unsurlarını da içermektedir. Deniz Kuvvetleri tarihsel olarak doğrusal geliştirme yaklaşımlarını kullanan gemi inşa programlarında program gecikmeleri, maliyet artışı veya her ikisi de dahil olmak üzere zorluklar yaşamıştır. Yinelemeli döngüler etrafında yapılandırılmış bir satın alma stratejisi geliştirmek, Deniz Kuvvetlerinin gelecekteki firkateynleri filoya daha hızlı bir şekilde ve yeteneklerinin gelişen görev ihtiyaçlarıyla eşleştigiine dair daha fazla güvence ile teslim etmesine yardımcı olabilir.

Firkateyn Tedarik Stratejisi Halihazırda Doğrusal Gelişim Çerçevesinde Yapılandırılmış Olmakla Birlikte Bazı Öncü Uygulamaları da İçermektedir

Deniz Kuvvetleri, firkateynleri tasarlamak ve inşa etmek için geleneksel, doğrusal bir geliştirme yolu kullanmaktadır. Bu yaklaşım, ilk 10 gemiyi kapsayan Kasım 2022 firkateyn temin stratejisinde ana hatlarıyla belirtilmiştir; bu belge, ürün geliştirmeye yönelik öncü uygulamalar hakkındaki Temmuz 2023 raporumuzdan önce hazırlanmıştır. Deniz Kuvvetleri, özellikle, Savunma Bakanlığı'nın Uyarlanabilir Temin Çerçevesi kapsamındaki Ana Yetenek Temini (MCA) yolunu kullanmaktadır. Şekil 11, Deniz Kuvvetlerinin firkateyn temin stratejisini etrafında yapılandırdığı doğrusal geliştirme yaklaşımını göstermektedir.



Şekil 11: Deniz Kuvvetlerinin Doğrusal Geliştirme Temin Yaklaşımına Genel Bakış

Deniz Kuvvetleri gemi inşa programları, kullanıcılara vaat edilen yetenekleri zamanında teslim etmek ve belirlenen filo ihtiyaçlarını karşılamak için geçmişte zorluklar yaşamıştır. Önceki çalışmalarımız, gemi inşa programlarının geçmişte karşılaştığı, uygulanamayan iş planları, uzun satın alma zaman dilimleri ve tasarımlar anlaşılmadan önce belirlenen gereksinimler, finansman ve zamanlama gibi bazı spesifik sorunları tanımlamıştır. Uygulanamayan iş planları genellikle teknoloji geliştirme, sistem tasarımı ve inşa arasında çakışmaya yol açmakta ve tarihsel olarak maliyet artışına ve gecikmelere neden olmaktadır. Buna karşılık, uzun satın alma süreleri teslim edilen yeteneğin geçerliliğini azaltmakta ve tehdit ortamı geliştikçe yeteneklerin dinamik kullanıcı ihtiyaçlarına cevap vermesini engellemektedir. Son olarak, bir tasarım anlaşılmadan önce gereksinimlerin, finansmanın ve programın belirlenmesi genellikle yanlış maliyet ve program tahminlerine yol açar ve Deniz Kuvvetlerinin gereksinimleri gerçek üretim gerçeklerini karşılayacak şekilde uyarlama

yeteneğini sınırlar.

Bazı sorunların farkında olan Deniz Kuvvetleri, firkateyn programının başlangıcında MCA yolunun kullanımını geliştirmek için çeşitli adımlar atmıştır. Savunma Bakanlığı'nın MCA yolunu yöneten politikası teslimat hızına, sürekli adaptasyona, sık modüler yükseltmelere ve programları uyarlama esnekliğine öncelik vermektedir.

Firkateyn tedarik stratejisi, ürün geliştirmeye yönelik öncü uygulamalarımızın belirli unsurlarına yanıt veren aşağıdaki yaklaşımları içermektedir:

- **Erken kullanıcı geri bildirimi.** Program sorumlularına göre Deniz Kuvvetleri, kullanıcı ihtiyaçlarını ve istenen kabiliyetleri daha iyi anlamak için potansiyel filo kullanıcılarına danışmıştır. Program sorumluları, firkateynin öncülü olan LCS'nin operatörleriyle de firkateyne uygulanabilecek dersler konusunda kapsamlı bir şekilde istişare ettiklerini söylediler. Örneğin, Deniz Kuvvetleri filo operatörlerinin öncelikleriyle uyumlu olması ve sınırlı sayıdaki yakıt ikmal platformlarına olan talebi azaltmak için geminin menzilini artırmıştır.
- **Sektörden gelen geri bildirimler ve ihtiyaç değişiklikleri.** Yetkililere göre, firkateyn programı, farklı gemi tasarımlarını olgunlaştırmak ve maliyet tasarrufu olanaklarını belirlemek için kavramsal tasarım aşamasında sektöre danışmıştır. Bu, programın, sektörün sahip olduğu gerçek yeteneklere dayalı olarak firkateyn gereksinimlerini geliştirmesine yardımcı olmuştur. Buna ek olarak, program sorumluları, performans gerekliliklerinde Deniz Kuvvetleri gemi inşa programlarının geleneksel olarak olduğundan daha uzun süre değişiklik yapılmasına izin verdiklerini, bunun da bir tasarım çalışması sırasında öğrenmeye dayalı bir gerekliliği değiştirmek için ek esneklik sağladığını belirtmişlerdir. Şirketler genellikle tasarım tamamlanana kadar gereksinimleri açık tutsa da bu çabalar önde gelen uygulamalarımızla bir şekilde uyumludur. Daha önce sektör temsilcilerinin kavramsal tasarım sırasındaki iletişim ve faaliyetlerin Deniz Kuvvetlerinin belli gereksinimlerinin nedenini daha iyi anlamalarını sağladığını belirttiklerini rapor etmiştik. Bu durum sektöre bazı gereksinimlerin amacını netleştirme, daha az maliyetli alternatifler önerme ve önerilen alternatifler hakkında hükümetten geri bildirim alma fırsatı vermiştir.
- **Ana tasarım ve modern tasarım araçları.** Program sorumlularına göre, bir ana tasarımın kullanılması tasarım sürecindeki riski azaltmıştır, ancak gemi inşa eden firma o zamandan beri ana gemi tasarımını Deniz Kuvvetleri standartlarını karşılayacak şekilde revize etme ihtiyacı nedeniyle zorluklarla karşılaşmıştır. Program sorumluları modern tasarım araçlarının öneminin de farkındaydı. Örneğin, yetkililer gemi inşa firmasının gemiyi tasarlamak ve modellemek için 3D modelleme gibi dijital araçlar kullandığını söyledi. Gemi inşa eden firma ayrıca geminin köprüüstünü tasarlamak için bir güçlendirilmiş gerçeklik aracı kullanıyor. L3Harris gibi firkateyn alt yüklenicileri de ekipman fiziğini simüle edemese de yazılım tabanlı modellemeyi simüle edebilen bir sistem entegre laboratuvarının simüle edilmiş bir konfigürasyonunu kullanmaktadır. Bu yaklaşım, ürün geliştirmeye yönelik önde gelen uygulamalarımızla kısmen uyumludur, ancak 3D model dinamik bir yetenek sağlamadığından, önde gelen şirketler tarafından kullanılan tasarım araçlarıyla aynı standartta olmayacaktır.

- **Eski sistemler.** Firkateyn programı genel olarak kapsamlı geliştirme gerektirmeyen eski savaş sistemlerinden yararlanmıştır. Program sorumlularına göre bu yaklaşım geliştirme risklerini azaltmak için benimsenmiştir. Bu yaklaşımın teknoloji geliştirme ve tasarım arasındaki eşzamanlılığı azaltabileceğini ve bunun da satın alma sonuçlarını iyileştirebileceğini daha önce ifade etmiştik.

Ürün Geliştirmeye Yönelik Kılavuz Uygulamalar, Gelecekteki Gemiler İçin Firkateyn Tedarik Stratejisini Yeniden Düşünmek İçin Fırsatlar Sağlıyor

Program ofisi bazı örnek uygulamaları hayata geçirmek için adımlar atmış olsa da, örnek uygulamaları daha fazla dahil etmek üzere devam gemileri için firkateyn tedarik stratejisini yeniden düşünmek için başka fırsatlar da mevcuttur. Ayrıca, daha önce bu örnek uygulamaların genellikle ticari gemi yapımcılarının takip ettiği gemi tasarım uygulamalarıyla uyumlu olduğunu bildirmiştik. Sistem geliştirmeyi üç yinelemeli döngü etrafında yapılandırmaya odaklanan örnek uygulamaların daha fazla dahil edilmesi, yenilikçi ve temel kabiliyetlerin kullanıcılara hızlı bir şekilde sunulmasını sağlayabilir; bu da Deniz Kuvvetleri'nin firkateyn edinim hedefleriyle uyumlu sonuçlar doğurabilir. Örneğin:

- **Sürekli paydaş katılımı.** Önde gelen uygulamalarımız, iş durumunu ve müteakip tasarım geliştirmeyi bilgilendirmek için paydaşlar ve kullanıcılarla sürekli etkileşim kurulmasını önermektedir. Lider şirketler, yalnızca gereksinim geliştirme aşamasında değil, tasarım modelleme ve simülasyon, doğrulama, üretim ve teslimat sırasında da sürekli olarak müşterilerden ve kullanıcılardan geri bildirim almaktadır. Geri bildirim, kabiliyetlerin en kritik kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamasını ve üretim tesislerinin bu ihtiyaçları karşılayabilecek kapasitede olmasını sağlar. Firkateyn programı yetkilileri, programın yaşam döngüsü boyunca bu tür geri bildirimleri toplayabileceği konusunda hemfikirlerdir.
- **Modern tasarım araçları.** Önde gelen uygulamalar hem donanım hem de yazılım için yinelemeli geliştirmenin temel kolaylaştırıcıları olarak dijital mühendislik, dijital iş akışı ve eklemeli üretim gibi modern tasarım araçlarının kullanılmasını gerektirmektedir. Bu araçlar, lider şirketlere, kullanıcılarla gerçek zamanlı iletişim kurmayı sağlayan ve geri bildirimlerin ürün tasarımına ve gereksinimlerine hızlı bir şekilde dahil edilmesine olanak tanıyan dinamik yetenekler sağlar. Programın mevcut 3D modelleme kabiliyeti geminin dijital bir ikizini sağlamamaktadır, ancak yetkililer gelecekte idame planlaması ve bakımı belirlemek için kullanılabilecek dinamik bir 3D model üzerinde çalıştıklarını belirtmişlerdir. Bu yetkililer, dijital ikiz gibi diğer araçların geminin tasarımında faydalı olacağı konusunda hemfikir. Ticari gemi üreticileri de tasarım olgunluğunu hızlandırmak ve tasarım ve inşaa süreçlerinde verimliliği desteklemek için dijital ikizler ve sanal gerçeklik gibi modern tasarım araçlarını kullanmaktadır.
- **Daha az önem arz eden yeteneklerin devre dışı bırakılması.** Önde gelen şirketler, ürünün zamanında teslim edilmesi açısından risk teşkil eden ya da sadece en çok arzu edilen özelliklerin (minimum uygulanabilir ürünü oluşturan) daha erken teslim edilmesini sağlayan yetenekleri devre dışı bırakır. Sürekli kullanıcı geri bildirimlerine yanıt olarak tasarım modelleme ve simülasyon ve doğrulama aşamaları boyunca devre dışı bırakma gerçekleşir. Program yetkilileri, yetkililerin açıkladığı gibi, mevcut satın alma stratejisi uygulamada bunu zorlaştırırsa bile, programdan çıkarmanın faydalar sağlayabileceğini

kabul etmiştir. Örneğin, program yetkilileri, performans gereksinimlerini hala karşılayan daha kendini kanıtlamış bir ürün lehine, daha az kanıtlanmış bir denizaltı savunma harbi süiti bileşenini daha kısa bir programla devre dışı bıraktıklarını açıkladılar.

Hali hazırda, Deniz Kuvvetleri'nin satın alma stratejisi, gelecekte ikinci bir gemi yapımcısının şu anda sözleşme altında olan 10 geminin ötesinde ilave gemiler inşa etme seçeneğine izin vermektedir. Bu öncü uygulamaların, 11. geminin ve ötesinin en iyi şekilde nasıl tasarlanacağı, geliştirileceği ve üretileceği konusunda bilgi vermeye yardımcı olmak için zamanında güncellenmiş bir satın alma stratejisine dahil edilmesi, programı filo operatörlerinin dinamik ihtiyaçlarına hızlı ve yinelemeli olarak yanıt verecek şekilde daha iyi konumlandıracaktır.

Sonuç

Deniz Kuvvetleri, yeni bir savaş gemisi sınıfı tasarlarken ve inşa ederken tipik olarak elde ettiğinden daha iyi sonuçlar elde etmeye kararlı bir şekilde firkateyn programına başladı. Bir ana tasarıma ve bunun sağladığı sınırlı uyarılama kapsamına güvenmek, Deniz Kuvvetlerinin firkateynin filoya getireceği yeni teknolojilere yönelik iştahını sınırlamasına neden oldu. Deniz Kuvvetleri, ilk 10 gemiye kadar detay tasarım ve inşa için sabit fiyatlı bir teşvik (kesin hedef) sözleşmesi kullanarak maliyet riskini sınırladı. Dahası, Deniz Kuvvetleri'nin firkateyn programının söz verdiği takvimde yetenekleri teslim edecek şekilde konumlandırıldığı konusunda iyimser olmak için iyi nedenleri vardı.

Ancak daha sonra atılan yanlış adımlar Deniz Kuvvetlerinin bu hedeflere ulaşma kabiliyetini tehlikeye atmıştır. Deniz Kuvvetlerinin firkateyn tasarımını ana tasarımdan önemli ölçüde değiştirme kararları, ikisinin artık uzak kuzenlerden başka bir şeye benzememesine neden oldu. Ayrıca, firkateyn programının güvenmeye devam ettiği yetersiz fonksiyonel tasarım inceleme uygulamaları ve hatalı ölçütler, programın gerçek tasarım ilerlemesini gizlemiş ve tasarım bu faaliyeti desteklemek için yeterince istikrarlı hale gelmeden öncü gemi inşasına erken başlanmasına katkıda bulunmuştur.

Şimdi, öncü gemi inşasının başlamasından 18 aydan fazla bir süre sonra, fonksiyonel tasarım istikrarsız olmaya devam ediyor, bu da büyük modülleri inşa etmek için gereken detay tasarım ürünlerinin doğruluğuna ve olgunluğuna olan güveni zayıflattı ve inşa ilerlemesi etkili bir şekilde durdu. Deniz Kuvvetleri ve gemi inşa eden firma daha önce tasarım ilerlemesi için hesaba katılan eksik çizimleri düzeltme yoluna gitmiştir, ancak program tasarım ilerlemesini büyük ölçüde dokümanın temel kalitesinden ziyade çıktıların miktarına göre hesaba katmaya devam etmektedir. Sonuç olarak, değerlendirme aşamasındaki ikinci firkateynin inşasına başlanmasıyla birlikte Deniz Kuvvetleri, firkateynin fonksiyonel tasarımını stabilize etmek için kalan işin gerçek kapsamı ve tasarımın tamamlanmasında devam eden gecikmelerin müteakip gemilerin inşası üzerinde ne ölçüde etkili olacağı konusunda görünürlükten yoksundur. Bu nedenle filo idarecilerinin yeni firkateynleri ne zaman göreve hazır hale getirecekleri belirsizdir.

Gecikmelerin bir iyi yanı, firkateynin tahrik ve makine merkezi kontrol sistemlerinin yeteneklerini denizde (öncü gemi teslimatından sonra) değil de karada (öncü gemi teslimatından önce) potansiyel olarak göstermek için ek zaman sağlamasıdır. Bu iki sistemi etkileyen herhangi bir teknik eksikliğin daha erken keşfedilmesi, düzeltici düzeltmelerin gemi teslim edildikten sonra değil, öncü geminin inşasıyla eşzamanlı olarak yapılması için bir fırsat sağlayacaktır. Bu yaklaşım öncü geminin filo kullanımına hazır hale getirilmesine ilişkin zaman çizelgesini kısaltabilir. Ancak Deniz Kuvvetleri, programın Test ve Değerlendirme Ana Planını güncellerken, devam eden inşa gecikmelerinin kara tabanlı testler için sunduğu ek fırsatları dikkate alma niyetinde olduğunu belirtmemiştir.

Ayrıca, Deniz Kuvvetlerinin filosunun gelişen, dinamik ihtiyaçlarına uygun firkateynleri, bu ihtiyaçlara cevap verebilecek zaman çizelgelerinde teslim etme becerisi, firkateyn edinim stratejisinin daha geniş kapsamlı olarak yeniden düşünülmesini gerektirmektedir. Programın mevcut sözleşmesinde yer alan 10 geminin ötesinde gemiler edinmeden önce firkateyn programının öncü uygulamalara yönelmesi için hangi fırsatların mevcut olduğunu değerlendirmek, Deniz Kuvvetlerinin firkateyn programının sağladığı imkanların güncel ve zamanında kalmasını sağlamasına yardımcı olabilir.

Yönetim Faaliyetleri için Tavsiyeler

Deniz Kuvvetlerine aşağıdaki beş tavsiyede bulunuyoruz:

Deniz Kuvvetleri Komutanı, firkateyn programının fonksiyonel tasarım gözden geçirme uygulamalarının ve ölçütlerinin, gemi üreticisinden alınan tasarım çıktılarının miktarından ziyade kalitesini yansıtan ilerlemeyi ölçecek şekilde yeniden yapılandırılmasını sağlamalıdır. (Öneri 1)

Deniz Kuvvetleri Komutanı, ikinci firkateynin (FFG 63) inşasına başlanmadan önce fonksiyonel tasarımın tamamlanıp tamamlanmadığını değerlendirmek için 1. tavsiye kapsamında oluşturulan yeniden yapılandırılmış fonksiyonel tasarım inceleme uygulamalarının ve ölçütlerinin kullanılmasını sağlamalıdır. (Öneri 2)

Deniz Kuvvetleri Komutanı, öncü ve takip eden firkateynlerin herhangi bir büyük modülünün detay tasarımının, önde gelen gemi tasarım uygulamalarıyla uyumlu olarak, söz konusu büyük modülün inşasına başlanmadan önce tamamlanmasını sağlamalıdır. (Öneri 3)

Deniz Kuvvetleri Komutanı, firkateyn Test ve Değerlendirme Ana Planı'nın planlanan revizyonunun bir parçası olarak, planın tahrik sistemi ve makine merkezi kontrol sistemi için ek kara tabanlı test faaliyetlerini içermesini ve bu faaliyetleri beklenen öncü gemi teslimat gecikmelerini gerçekçi bir şekilde hesaba katan bir zaman çizelgesine göre planlamasını sağlamalıdır. (Tavsiye 4)

Deniz Kuvvetleri Komutanı, 11. firkateynin satın alınmasından önce, Araştırma, Geliştirme ve Satın Almadan sorumlu Deniz Kuvvetleri Komutan Yardımcısının firkateyn programının satın alma stratejisini gözden geçirerek ürün geliştirmeye yönelik öncü uygulamaların dahil edilmesine yönelik olanakları belirlemesini ve bu stratejiyi uygun şekilde güncellemesini sağlamalıdır. (Öneri 5)

Kurum Görüşleri ve Değerlendirmemiz

Bu raporun bir taslağını Mart 2024'te inceleme ve yorum için Deniz Kuvvetleri'ne sunduk. Mayıs 2024'te Deniz Kuvvetleri, beş tavsiyemize yanıt olarak yazılı yorumlarını sunmuştur. Deniz Kuvvetlerinin yazılı yorumlarını Ek III'te yeniden yayınladık. Deniz Kuvvetleri ayrıca teknik yorumlar da sunmuş, biz de bunları uygun şekilde dahil ettik.

Deniz Kuvvetleri tavsiyelerimizden dördüne katılmış ve bir tavsiyeye kısmen katılmıştır. Birinci ve ikinci tavsiyelerimize yanıt olarak Deniz Kuvvetleri, firkateyn programının tasarım ilerleme ölçümünün sunulan tasarım dokümanlarının niteliğini içermesini sağlayacağını ve fonksiyonel tasarımın tamamlanmasının ikinci firkateynin üretime hazırlık incelemesi için uygun çıkış kriterleri sağlayacağını belirtmiştir.

Üçüncü tavsiyemize cevaben Deniz Kuvvetleri, öncü ve takip eden firkateynlerdeki büyük modüllerin inşasına başlamadan önce, belirli büyük modülün ayrıntılı bir tasarım tamamlama değerlendirmesini içeren bir risk değerlendirmesi yapmak için Modül Hazırlık İncelemesi sürecini kullanmaya devam edeceğini belirtti. Bu raporda da ele aldığımız gibi, bir büyük modülün detay tasarımı tamamen tamamlanmadan o büyük modülün inşasına başlanmamalıdır. Deniz Kuvvetleri ayrıca firkateyn tedarik stratejisinin uygun şekilde güncellenmesi yönündeki beşinci tavsiyemizi de kabul etmiştir.

Deniz Kuvvetleri, firkateyn programının Test ve Değerlendirme Ana Planının (TEMP) ek kara tabanlı test faaliyetlerini içerecek şekilde güncellenmesi ve bu faaliyetlerin öncü gemi teslimat gecikmelerini hesaba katan bir zaman çizelgesine göre planlanması yönündeki dördüncü tavsiyemize kısmen katılmıştır. Deniz Kuvvetleri yorumlarında, TEMP'yi bu ek test hedeflerini içerecek şekilde güncellemeyi düşünmediğini, çünkü sürdürülebilirliği Kara Konuşlu Makine Test Sahası'nın (LBES) birincil odak noktası olarak gördüğünü belirtmiştir. Bununla birlikte, Deniz Kuvvetleri, LBES tesisi kullanıma hazır hale geldikçe ilave risk azaltım çabaları için erken fırsatlardan yararlanacağını belirtmiştir. Deniz Kuvvetleri tesisin 2029 mali yılında tamamlanmasını beklemektedir.

Deniz Kuvvetlerinin planladığı adımların yetersiz olduğuna inanıyoruz ve bu nedenle tavsiyemizin uygulanması gerektiğini savunuyoruz. TEMP, bir programın test gereksinimlerini, bu gereksinimlerin gerekçelerini ve testi tamamlamak için gereken kaynakları yakalamak içindir. Buna paralel olarak, LBES firkateyn programı için kongre tarafından zorunlu kılınan bir test gereksinimi ve kaynağı teşkil etmektedir. Deniz Kuvvetlerinin firkateyn TEMP'sini 2025 mali yılında güncellemeyi planladığını da hatırlamak önemlidir. Deniz Kuvvetleri, programın test ve değerlendirme paydaşları arasında LBES planları ve kullanımı üzerinde müzakere etmek ve anlaşmaya varmak için mevcut fırsatı kullanmayarak, bu milyonlarca dolarlık program yatırımının sunabileceği tüm faydaları yetersiz kullanma riskiyle karşı karşıya kalmaktadır.

Bu raporun kopyalarını ilgili kongre komitelerine ve Savunma Bakanı ve Deniz Kuvvetleri Komutanı da dahil olmak üzere diğer ilgili taraflara gönderiyoruz. Ayrıca, rapor GAO web sitesinde <https://www.gao.gov> adresinde ücretsiz olarak mevcuttur.

Sizin veya personelinizin bu raporla ilgili herhangi bir sorusu varsa, lütfen (202) 512-4841 numaralı telefondan veya oakleys@gao.gov adresinden bana ulaşın. Kongre İlişkileri ve Halkla İlişkiler ofislerimizin irtibat noktaları bu raporun son sayfasında yer almaktadır. Bu rapora önemli katkılarda bulunan personel üyeleri ek IV'te listelenmiştir.



Shelby S. Oakley
Director, Contracting and National Security Acquisitions

Ek I: Amaçlar, Kapsam ve Metodoloji

Bu raporda (1) Deniz Kuvvetleri ve gemi inşa firmasının firkateyn tasarımını tamamlama ve gemileri planlanan maliyet ve takvim dahilinde inşa etme konusunda kaydettiği ilerleme; (2) teknik belirsizliklerin firkateynler için planlanan yetenekler açısından ne ölçüde risk oluşturduğu ve Deniz Kuvvetlerinin bu belirsizlikleri çözme planı; ve (3) firkateyn programı dahilinde ürün geliştirmeye yönelik öncü uygulamaları dahil etmek için gelecekteki fırsatlar değerlendirilmektedir.

Firkateyn programının tasarım ve inşa ilerlemesini değerlendirmek için, diğer dokümanların yanı sıra tasarım ilerleme ölçütleri, sözleşme veri gereksinimleri listesi (CDRL) öge onay oranları, program brifingleri, entegre ana program incelemeleri ve bütçe dokümanları dahil olmak üzere öncü firkateynin tasarım ve inşa çabalarıyla ilgili dokümanları inceledik. Programın tasarım ve inşa konusundaki ilerlemesini, ticari gemi inşasında tasarım için belirlediğimiz öncü uygulamalarla karşılaştırdık. Ayrıca, diğer belgelerin yanı sıra Fincantieri Marinette Marine (FMM) üretime hazırlık bilgilendirmeleri ve Deniz Kuvvetleri tarafından verilen yazılar da dahil olmak üzere, firkateynin temel ve fonksiyonel tasarımının tamamlandığını ve programın inşa başlangıcını desteklediğini onaylamak için kullanılan Deniz Kuvvetleri'nin gerekçelerini ve verilerini inceledik. Deniz Kuvvetlerinin FFG 62 program ofisinden yetkililerle; Deniz Kuvvetleri Deniz Sistemleri Komutanlığı (NAVSEA), Deniz Kuvvetleri Sistemleri Mühendisliği ve Lojistik Direktörlüğü bünyesindeki FFG 62 Gemi Tasarım Müdürü; Deniz Kuvvetleri Gemi İnşa, Dönüşüm ve Onarım Şefi ve FMM temsilcileriyle görüştük. Ayrıca FMM temsilcileri ile görüşmek ve tersaneyi gezmek için FFG 62'nin inşa edildiği FMM tesisine bir saha ziyareti gerçekleştirdik.

Firkateyn programının inşa ilerleme hedeflerine ne ölçüde ulaştığını değerlendirmek için, hem program maliyeti hem de takvimi ile ilgili bilgileri belirledik ve analiz ettik. Özellikle, sözleşme dokümanlarını ve gemi sözleşme teslim tarihleri, entegre program yönetimi performans raporları, NAVSEA entegre ana program bilgilendirme toplantıları ve Deniz Kuvvetleri yönetimine yapılan incelemelerde sunulan diğer program bilgileri de dahil olmak üzere temel program takvimi bilgilerini inceledik.

Firkateynler için planlanan yetenekler açısından risk teşkil eden teknik belirsizlikleri ele almak üzere, firkateynlere kilit yetenekler sağlaması planlanan maliyetli ve görev açısından kritik geliştirme sistemlerini belirlemek için 2024 Mali Yılı Başkan Bütçe Talebi materyallerini analiz ettik. Bu analize dayanarak, bu inceleme kapsamına dahil etmek üzere aşağıdaki programları seçtik: Enterprise Hava Gözetleme Radarı (AN/SPY-6(V)3), Aegis Silah Sistemi, Mk 41 Dikey Fırlatma Sistemi, AN/SLQ-32(V)6 Elektronik Harp Sistemi ve Denizaltı Savunma Harbi Savaş Paketi. Ayrıca, gemi inşa dokümanlarını incelememize dayanarak Makine Merkezi Kontrol Sistemi ve Kombine Dizel-Elektrik ve Gaz Türbini Tahrik sistemini seçtik.

Geliştirme programları ve program brifingleri gibi ilgili dokümanları inceledik ve bu sistemlerin firkateynin planlanan kabiliyetleri açısından oluşturduğu gelişim ve entegrasyon riskleri de dahil olmak üzere teknik belirsizlikleri belirlemek için ilgili yetkililerle görüştük.

Ayrıca Deniz Kuvvetlerinin Aralık 2026 öncü gemi teslim tarihinden önce teknik belirsizlikleri çözme planlarını da inceledik. (1) sistemin diğer ABD Deniz Kuvvetleri gemilerinde sahaya sürülüp sürülmediğini, (2) sistemin FFG 62 teslimatından önce karada test edilip edilmeyeceğini, (3) sistemin FFG 62 teslimatından önce diğer ABD Deniz Kuvvetleri gemi

sınıflarında harekât açısından (tam olarak) gösterilip gösterilmeyeceğini ve (4) sistem riskini azaltan veya artıran diğer faktörleri değerlendirdik. “Operasyonel olarak gösterilmiş” ifadesini, bir sistemin operasyonel bir gemide sahaya sürülmesi veya operasyonel testlerin yapılması olarak değerlendiriyoruz. Değerlendirmemize dayanarak, GAO tarafından tanımlanan aşağıdaki kriterlere göre değerlendirilen her sisteme düşükten yükseğe değişen bir risk seviyesi atadık:

1. Düşük risk-Deniz Kuvvetlerinin teslimattan önce FFG 62 ile entegrasyon gerektirdiği, şekli, uyumu ve işlevi belirlenmiş, sahaya sürülmüş bir sistem.

2. Orta risk-Başka bir ABD Deniz Kuvvetleri gemisinden önceki veya planlanan test verilerinden yararlanan ancak FFG 62 teslimatından önce firkateyn yetenekleri sağlamak için sınırlı yeni geliştirme ve entegrasyon gerektiren bir sistem.

3. Yüksek risk-Başka bir ABD Deniz Kuvvetleri gemisinin önceki veya planlanan test verilerinden yararlanmayan ve FFG 62 teslimatından önce firkateyn yetenekleri sağlamak için önemli ölçüde yeni geliştirme ve entegrasyon gerektiren bir sistem.

Deniz Kuvvetleri firkateyni için planlanan tahrik sistemleri ile İtalyan firkateyninde kullanılan sistem arasındaki farkları karşılaştırmak için, Deniz Kuvvetleri ve İtalyan firkateynleri için münferit tahrik sistemi bileşenlerine ilişkin spesifikasyonları içeren Deniz Kuvvetleri tarafından sağlanan bilgileri analiz ettik. Şu tahrik sistemi bileşenlerini inceledik: gaz türbini, elektrikli tahrik motorları, gemi servis dizel jeneratörleri, ana ridakşinger dişlisi ve pervane.

Ayrıca firkateynin Haziran 2020 Test ve Değerlendirme Ana Planını ve kongre tarafından zorunlu kılınan Karaya Konuşlu Makine Test Sahası ile ilgili yazılım materyallerini de inceledik. İlgili Deniz Kuvvetleri ve Savunma Bakanlığı yetkilileri ve bu sistemlerin firkateynde geliştirilmesi, entegrasyonu ve test edilmesinden sorumlu yüklenici temsilcileri ile görüştük. Bunlar arasında FFG 62 program ofisi yetkilileri, Entegre Savaş Sistemleri Deniz Kuvvetleri Program Yürütme Ofisi, Deniz Kuvvetleri Suüstü Savaş Merkezi, Philadelphia Bölümü ve Harekat Test ve Değerlendirme Direktörü yer almaktadır. Son olarak, Naval Surface Warfare Center Philadelphia'daki Karaya Konuşlu Makine Test Sahasında saha ziyaretleri gerçekleştirdik ve Makine Merkezi Kontrol Sistemi Entegrasyon Laboratuvarında L3Harris temsilcileriyle bir araya geldik.

Firkateyn programında ürün geliştirmeye yönelik öncü uygulamaları dahil etmeye yönelik gelecekteki olanakları belirlemek için, firkateynin Kasım 2022 satın alma stratejisini inceledik ve bunu ürün geliştirmeye yönelik öncü uygulamalarımızla karşılaştırdık. Spesifik olarak, Deniz Kuvvetlerinin (1) firkateyn programını yinelemeli geliştirme döngülerinin sağladığı inovasyon ve program avantajlarından faydalanacak şekilde ne ölçüde yapılandırdığını ve (2) bu döngüleri destekleyen sağlıklı bir iş senaryosu oluşturma, program için risk teşkil eden özellikleri devre dışı bırakma, kullanıcı geri bildirimlerini toplama ve asgari uygulanabilir bir ürün geliştirmeye odaklanan yinelemeli, esnek yöntemler kullanma gibi diğer öncü uygulamaları ne ölçüde dahil ettiğini analiz ettik. Firkateyn tedarik stratejisinin öncü uygulamalarımızla ne ölçüde uyumlu olduğunu değerlendirmek için, ürün geliştirme alt ilkelerinin öncü ilkelerindeki terimlerin tedarik stratejisindeki dile çevirisini en iyi temsil eden anahtar terimleri belirledik ve araştırdık.

Her bir alt ilke için bir analist, tamamen uygulandı, kısmen uygulandı veya uygulanmadı şeklinde puanlanıp puanlanmayacağını değerlendirmek üzere satın alma stratejisinde belirlediğimiz ilgili metnin içerik analizini yaptı ve dokümante etti. Bu puan daha sonra puanların oluşturulmasında yer almayan bir analist tarafından bağımsız olarak değerlendirilmiştir. Raporda puanları raporlamadık, ancak analiz sonuçlarını programın uyguladığı öncü ilkeleri ve satın alma stratejisi içinde iyileştirme için fırsat alanlarını belirlemek için kullandık. Ayrıca, firkateyn tedarik stratejisine ilişkin öncü uygulamalar analizimizin ilk taslağı hakkında görüşlerini almak için firkateyn programı yetkilileriyle görüştük. Program ofisine puan vermedik, bunun yerine Deniz Kuvvetlerinin öncü ilkelerimizi tamamen veya kısmen uyguladığını tespit ettiğimiz alanları özetledik.

Bu performans incelemesini Ocak 2023- Mayıs 2024 tarihleri arasında genel kabul görmüş devlet denetleme standartlarına uygun olarak yürüttük. Bu standartlar, denetim hedeflerimize dayalı bulgularımız ve sonuçlarımız için makul bir temel sağlamak üzere yeterli ve makul dayanak elde etmek için denetimi planlamamızı ve gerçekleştirmemizi gerektirmektedir. Elde ettiğimiz kanıtların, denetim amaçlarımız doğrultusunda ulaştığımız bulgu ve sonuçlara makul bir dayanak oluşturduğuna inanıyoruz.

Öncü ilkeler	İlişkili alt prensipler
 İlke 1: Kullanıcılarla iş birliğinin yanı sıra araştırma ile desteklenen sağlam bir iş senaryosu oluşturun	1. Ürün için müşteri ve kullanıcı talebinin var olup olmadığını veya var olup olmayacağını analiz etmek için pazar araştırması yapın 2. Ürünün sağlaması gereken en önemli yetenekleri belirlemek için ürünün beklenen müşterilerinden ve kullanıcılarından girdi talep edin 3. Aşamalı program ve performans hedeflerine ulaşılması da dahil olmak üzere, gösterilen ilerlemeye dayalı olarak ürün geliştirmeye zaman içinde fon tahsis etmek için plan yapın 4. Ürün maliyet ve program tahminlerini geliştirmek için kurumsal hafızayı ve kurumsal bilgiyi koruyun ve bunlara güvenin. Daha önceki hataları tekrarlamaktan kaçının ve önceki başarıların üzerine inşa edin 5. Ürün teslim ve piyasaya sürülme tarihlerini, ancak ürün tekrarının bütçe dahilinde geliştirilip üretilebileceğine dair yüksek düzeyde güven aşılacak için gereken yeterli maliyet, program ve performans verilerini topladıktan sonra taahhüt edin 6. Yönetimin ürünü geliştirmek için gereken uzmanlığa ve harcamaya sahip olduğunu değerlendirdiği çok disiplinli paydaşlardan oluşan küçük ölçekli ekiplerin istihdam edilmesi ve yetkilendirilmesi 7. Ürün artık sağlam bir iş modeliyle desteklenmiyorsa, ürün geliştirme faaliyetlerine derhal son verin.
 İlke 2: Minimum geçerli ürünler (MVP) elde etmek için iteratif bir tasarım yaklaşımı kullanın.	1, Donanım ve yazılım geliştirmeyi entegre edebilecek modern, dijital tasarım araçlarını kullanın 2. Hem donanım hem de yazılım geliştirmede Agile geliştirme metodolojilerini uygulama (Agile geliştirme, yazılım geliştirme süreçlerinde esneklik, müşteri odaklılık ve sürekli iyileştirmeyi ön planda tutan bir yaklaşımdır. Geleneksel "su şelale" modelinin aksine, Agile, projeleri daha küçük parçalara bölerek ve her parçayı hızlı bir şekilde geliştirerek daha hızlı ve daha iyi sonuçlar elde etmeyi hedefler.) 3. Teslimat sonrası sürekli olarak güncellenebilen ve geliştirilebilen minimum geçerli ürünü (MVP:En temel işlevleri yerine getiren ve müşterilere en kısa sürede sunulabilen ürün sürümüdür.) oluşturmak için iteratif tasarım ve test süreçlerini (Ürünü küçük parçalara bölerek geliştirmek ve her aşamada test ederek iyileştirmeler yapmak anlamına gelir.) uygulayın.

	İlke 3: Gerekli olduğunda kapasite kesintisi yaparak programa öncelik verin	1 Tüm paydaşları ürün geliştirmenin ilerleyişi hakkında bilgilendirmek için üst düzey yöneticilerle periyodik gözden geçirmelerin uygulanması 2 Ürün geliştirme ilerlemesinin gerçekçi bir değerlendirmesini, kabiliyetler hakkında zor kararlar almaya hazır olarak sürdürmek 3 Ürünün zamanında teslim edilmesi açısından risk teşkil eden off-ramp özellikleri (Off-ramp capabilities, bir proje yönetimi terimidir ve bir projeden güvenli ve etkili bir şekilde çıkış yapabilme yeteneğini ifade eder. Bu, projeyi tamamen durdurmak, ölçeğini küçültmek veya farklı bir yöne yönlendirmek gibi farklı şekillerde olabilir.)
	İlke 4: Minimum geçerli üründe yapılacak iyileştirmeler için kullanıcı geri bildirimlerini toplayın	1. Yinelemeli geliştirme süreci boyunca ve ürünün piyasaya sürülmesinin ardından müşteriler ve kullanıcılarla aktif etkileşimi kolaylaştırmak için bir süreç oluşturmak 2. Minimum geçerli üründe (MVP) MVP'de istenen iyileştirmeleri belirlemek için müşterilerden ve kullanıcılardan gelen geri bildirimleri kullanın ve mevcut ve gelecekteki ürün sürümlerinde bunları ele alma konusunda planları bildirin



THE ASSISTANT SECRETARY OF THE NAVY
(RESEARCH, DEVELOPMENT AND ACQUISITION)
1000 NAVY PENTAGON
WASHINGTON DC 20350-1000

MAY 15 2024

Ms. Shelby Oakley
Director, Acquisition and Sourcing Management
U.S. Government Accountability Office
441 G Street, NW
Washington DC 20548

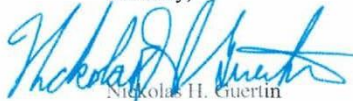
Dear Ms. Oakley,

This is the Department of Defense response to the GAO Draft Report GAO-24-106546, "NAVY FRIGATE: Unstable Design Has Stalled Construction and Compromised Delivery Schedule," dated May 2024 (GAO Code 106546).

The Department appreciates the opportunity to comment on the draft report. Attached are technical comments and the responses to recommendations 1, 2, 3, 4, and 5. No sensitivity items were noted.

For further questions regarding this report, please contact CDR Katie Vasquez who can be reached at katherine.g.vasquez.mil@us.navy.mil and phone 703-614-5373.

Sincerely,


Nicholas H. Guertin

Attachments:
As stated

**GAO DRAFT REPORT DATED MAY 2024
GAO-24-106546 (GAO CODE 106546)**

**“NAVY FRIGATE: UNSTABLE DESIGN HAS STALLED CONSTRUCTION AND
COMPROMISED DELIVERY SCHEDULES”**

**DEPARTMENT OF DEFENSE COMMENTS
TO THE GAO RECOMMENDATIONS**

RECOMMENDATION 1: The GAO recommends that the Secretary of the Navy should ensure that the frigate program’s functional design review practices and metrics be restructured to measure progress that reflects the quality rather than quantity of design deliveries received from the ship builder.

DoD RESPONSE: Concur. The Navy will ensure that the FFG program’s design progress measurement incorporates the quality of the submitted design documentation.

RECOMMENDATION 2: The GAO recommends that the Secretary of the Navy should ensure that the restructured functional design review practices and metrics established under recommendation 1 be used to assess whether functional design is complete prior to beginning construction of the second frigate (FFG 63).

DoD RESPONSE: Concur, the Navy will make Functional Design completion an Exit Criteria for the Production Readiness Review for FFG-63.

RECOMMENDATION 3: The GAO recommends that the Secretary of the Navy should ensure that the detail design of any given grand module of lead and follow-on frigates be completed prior to beginning construction of that grand module, consistent with leading ship design practices.

DoD RESPONSE: Concur. The program will use the Module Readiness Review (MRR) process to conduct a risk assessment prior to beginning construction on grand modules on lead and follow-on FFGs. This assessment includes a detailed design completion assessment of the specific grand module.

RECOMMENDATION 4: The GAO recommends that the Secretary of the Navy, as part of the planned frigate Test and Evaluation Master Plan, should ensure that the plan incorporates additional land-based testing activities for the propulsion system and machinery centralized control system and schedules those activities on a timeline that realistically accounts for anticipated lead ship delivery delays.

DoD RESPONSE: Partially concur. The Navy will leverage early opportunities for additional risk reduction efforts during the program’s test program as the LBES facility becomes available for use, targeting planned completion in FY29. Administratively, the Navy is not intending on updating the formal TEMP document with additional test objectives.

RECOMMENDATION 5: The GAO recommends the Secretary of the Navy, prior to acquiring an 11th frigate, should ensure that the Assistant Secretary of the Navy for Research, Development, and Acquisition review the frigate program's acquisition strategy to identify opportunities to incorporate leading practices for product development and update that strategy, as appropriate.

DoD RESPONSE: Concur.

MAYIS 2024 TARİHLİ GAO TASLAK RAPORU GAO-24-106546 (GAO KODU 106546)

“FIRKATEYNI: DENGESİZ TASARIM İNŞAAYI DURDURDU VE TESLİMAT TAKVİMİNİ TEHLİKEYE ATTI”

GAO TAVSİYELERİNE SAVUNMA BAKANLIĞI'NIN YORUMLARI

TAVSİYE 1: GAO, Deniz Kuvvetleri Komutanı'nın, firkateyn programının fonksiyonel tasarım inceleme uygulamalarının ve ölçütlerinin, gemi inşa firmasından alınan tasarım teslimatlarının miktarından ziyade kalitesini yansıtan ilerlemeyi ölçecek şekilde yeniden yapılandırılmasını sağlamasını tavsiye etmektedir.

DOD YANITI: Aynı fikirdeyiz. Deniz Kuvvetleri, FFG programının tasarım ilerleme ölçümünün, sunulan tasarım belgelerinin kalitesini içermesini sağlayacaktır.

TAVSİYE 2: GAO, Deniz Kuvvetleri Komutanı'nın birinci tavsiye kapsamında oluşturulan yeniden yapılandırılmış fonksiyonel tasarım inceleme uygulamaları ve ölçütlerinin, ikinci firkateynin (FFG 63) inşasına başlanmadan önce fonksiyonel tasarımın tamamlanıp tamamlanmadığını değerlendirmek için kullanılmasını sağlamasını tavsiye etmektedir.

DOD YANITI: Aynı fikirdeyiz, Deniz Kuvvetleri Fonksiyonel Tasarımın tamamlanmasını FFG-63'ün Üretime Hazırlık Gözden Geçirmesi için bir Çıkış Kriteri haline getirecektir.

TAVSİYE 3: GAO, Deniz Kuvvetleri Komutanı'nın, öncü ve takip eden firkateynlerin herhangi bir büyük modülünün detay tasarımının, önde gelen gemi tasarım uygulamalarıyla uyumlu olarak, söz konusu büyük modülün inşasına başlamadan önce tamamlanmasını sağlamasını tavsiye etmektedir.

DOD YANITI: Aynı fikirdeyiz. Program, öncü ve takip eden FFP'lerdeki büyük modüllerin inşasına başlamadan önce bir risk değerlendirmesi yapmak için Modül Hazırlık İncelemesi (MRR) sürecini kullanacaktır. Bu değerlendirme, belirli büyük modülün ayrıntılı bir tasarım tamamlama değerlendirmesini içerir.

TAVSİYE 4: GAO, planlanan firkateyn Test ve Değerlendirme Ana Planının bir parçası olarak Deniz Kuvvetleri Komutanına, planın tahrik sistemi ve makine merkezi kontrol sistemi için ek karada test faaliyetlerini içermesini ve bu faaliyetleri beklenen öncü gemi teslimat gecikmelerini gerçekçi bir şekilde hesaba katan bir zaman çizelgesine göre planlamasını tavsiye etmektedir.

DOD YANITI: Kısmen katılıyorum. Deniz Kuvvetleri, LBES tesisi kullanıma hazır hale geldikçe, programın test programı sırasında ek risk azaltma çabaları için erken fırsatlardan yararlanacak ve FY29'da planlanan tamamlamayı hedefleyecektir. İdari olarak, Deniz Kuvvetleri resmi TEMP belgesini ek test hedefleri ile güncellemeyi düşünmemektedir.

TAVSİYE 5: GAO, Deniz Kuvvetleri Komutanı'na, 11 firkateynin satın alınmasından önce, Araştırma, Geliştirme ve Satın Almadan Sorumlu Deniz Kuvvetleri Sekreter Yardımcısı'nın, ürün geliştirmeye yönelik öncü uygulamaları dahil etme fırsatlarını belirlemek ve bu stratejiyi uygun şekilde güncellemek için firkateyn programının satın alma stratejisini gözden geçirmesini sağlamasını tavsiye etmektedir.

DOD YANITI: Aynı fikirdeyiz.