

T.C.
SAHA İSTANBUL & TÜBİTAK TÜSSİDE SAHA AKADEMİ MBA
YÖNETİCİ GELİŞTİRME PROGRAMI

12x12 ve Üzeri Çok Akslı Taktik Tekerlekli Araçların Mobil Balistik Füze Fırlatma Platformları Olarak Kullanımının Önemi ve Stratejik Avantajı



Rıfat ÜNAL

Danışman
Dr. Uğur TARÇIN
Ankara-2026

MBA: 2025-2026/077

(ANKARA)

1. SAHA İstanbul Yönetim Kurulu kararıyla, 2024-2025 eğitim döneminden itibaren SAHA AKADEMİ MBA katılımcılarına "Araştırma Projesi" hazırlama yükümlülüğü getirilmiştir. Katılımcıların sektörel bilgi, stratejik düşünme ve akademik üretkenlik yetkinliklerini geliştirmeyi hedefleyen bu uygulama, Türk savunma sanayii ekosistemine bilimsel katkı sağlamayı amaçlamaktadır.
2. Rıfat ÜNAL Araştırma Projesi Öneri Formu ile Ekteki çalışmayı planlamış Danışman tarafından 20 Ekim-7 Kasım/2025 tarihinde uygun görülmüştür.
3. SAHA İstanbul-SAHA AKADEMİ tarafından yayımlanan bu çalışma, ilgili yazar tarafından özgün biçimde hazırlanmış ve beyan edilmiştir. Çalışmada yer alan görüşler yazara ait olup, SAHA İstanbul'un kurumsal görüşünü yansıtmamaktadır. İçerikte sunulan bilgi, yorum ve sonuçların doğruluğu sorumlu yazara aittir. SAHA AKADEMİ; benzerlik oran tespitini yapmıştır.
4. Bu çalışma, Rıfat ÜNAL tarafından hazırlanmıştır. Araştırma Projesi danışman tarafından değerlendirilmiş ve sunumu 28 Haziran 2026 tarihinde aşağıdaki jürice yeterli görülerek kabul edilmiştir.

Araştırma Projesi Sunum Jüri Üyeleri

Başkan	Dr. Uğur Tarçın (SAHA AKADEMİ Öğr.Görevlisi)	e-imzalıdır
Üye	İlker Özkan (Genel Sekreter Yrdc)	e-imzalıdır
Üye	Öykü Çubuk Zeka (SAHA İstanbul- Ankara)	e-imzalıdır

İÇİNDEKİLER

1. BALİSTİK FÜZE FIRLATMA PLATFORMLARININ TARİHSEL GELİŞİMİ VE DOKTRİNEL EVRİMİ.....	7
2. MOBİL FIRLATMA SİSTEMLERİNDE TEKNİK PLATFORM MİMARİLERİ.....	10
3. ÇOK AKSLI TTA TABANLI TEL GRUBU İLE ÇEKİCİ + YARI RÖMORK GRUBUNUN TEKNİK KARŞILAŞTIRMASI.....	13
Kriter Seti.....	13
Karşılaştırma matrisi (nitel).....	13
Mühendislik yorumları: kritik teknik gerilimler.....	14
4. STRATEJİK VE OPERASYONEL DEĞERLENDİRME.....	16
Belirsizlik üretme mekanizmaları.....	16
Operasyonel döngü ve hazırlık süresi.....	16
Lojistik sürdürülebilirlik ve ISR tehdidi.....	16
5. DÜNYADAKİ BENCHMARK UYGULAMALAR VE ÖRNEK SİSTEMLER.....	17
Çin 19	
Amerika Birleşik Devletleri.....	17
Rusya.....	18
Kuzey Kore.....	18
Pakistan.....	18
İran 20	
6. TÜRKİYE İÇİN SANAYİ EKOSİSTEMİ, ÜRETİLEBİLİRLİK VE YATIRIM FİZİBİLİTESİ.....	19
Kritik alt sistemler.....	19
Üretim modeli seçenekleri.....	19
Finansal şablon ve ölçek ekonomisi.....	19

Yatırım öncelikleri.....	20
7. RİSK ANALİZİ.....	20
Başlıca riskler.....	20
Basit risk matrisi ve azaltım önlemleri.....	21
8. DEĞERLENDİRME VE STRATEJİK YOL HARİTASI.....	21
Temel Bulgular.....	21
Önerilen yol haritası (kademeli yaklaşım).....	21
9. SONUÇ.....	22
10. KAYNAKÇA.....	26
11. GENİŞLETİLMİŞ ÖZET.....	27



12x12 VE ÜZERİ ÇOK AKSLI TAKTİK TEKERLEKLİ ARAÇLARIN MOBİL BALİSTİK FÜZE FIRLATMA PLATFORMLARI OLARAK KULLANIMININ ÖNEMİ VE STRATEJİK AMACI

The Importance and Strategic Advantage of 12x12 and Larger Multi-Axle Tactical Wheeled Vehicles as Mobile Ballistic Missile Launch Platforms

Rıfat ÜNAL

Roketsan

rifat.unal@roketan.com.tr

Özet

Bu MBA araştırma projesinin amacı, orta ve orta-uzun menzilli balistik füzelerin yanı sıra bazı kıtalararası balistik füze türevlerinin kara konuşlu olarak fırlatılmasında kullanılan farklı mobil platform mimarilerini incelemektir. Çalışma, iki ana mimariyi karşılaştırmalı olarak değerlendirmektedir: çok akslı taktik tekerlekli araç (12x12 ve üzeri) tabanlı Taşıyıcı-Dikici-Fırlatıcı (Transporter Erector Launcher – TEL) sistemleri ile çekici–yarı römork konfigürasyonları. Araştırma, farklı platform mimarilerinin stratejik caydırıcılık, operasyonel etkinlik ve endüstriyel fizibilite üzerindeki etkilerini analiz etmeyi amaçlamaktadır.

Bu mimarilerin değerlendirilmesi beş temel boyuta dayanmaktadır: mobilite, hayatta kalabilirlik, hazırlık düzeyi, lojistik ayak izi ve maliyet yapısı. Değerlendirme kriterleri; taşıma kapasitesi ve ağırlık, dingil yükü yönetimi, manevra kabiliyeti, dönüş geometrisi, platform stabilitesi, iz yönetimi (signature management), maliyet ve yaşam döngüsü maliyetleri gibi unsurları kapsamaktadır.

Elde edilen bulgular, özellikle yüksek kütleli IRBM ve ICBM türev sistemlerinde ve hızlı konuşlanmanın kritik olduğu bölgelerde, çok akslı TEL konfigürasyonlarının daha yüksek operasyonel esneklik ve caydırıcılık değeri sunduğunu göstermektedir. Buna karşılık, güçlü altyapının mevcut olduğu bölgelerde çekici–yarı römork konfigürasyonları rekabetçi avantajlar sağlamaktadır.

Çalışma, evrensel olarak en uygun tek bir mimarinin bulunmadığını vurgulamaktadır. Platformların etkinliği; coğrafi koşulların, ISR tehdit seviyesi varsayımlarının, hava üstünlüğü kabullerinin, lojistik değerlendirmelerin ve yerli sanayi kapasitesinin entegre biçimde optimize edilmesinin bir sonucudur. Türkiye örneğinde fizibilite analizi; ağır taktik şasi platformlarının geliştirilmesi, güç aktarım sistemleri, aks teknolojileri, yüksek torklu motor ve şanzıman sistemleri ile endüstriyel ekosistemin değerlendirilmesini içermektedir.

Sonuçlar, 12x12 ve üzeri platformların yalnızca aks sayısındaki bir artıştan ibaret olmadığını,

stratejik düzeyde bir çözüm sunduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla platform seçimi, bütüncül bir sistem mühendisliği yaklaşımının sonucu olarak ele alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler

Mobil balistik füze platformları; Taşıyıcı-Dikici-Fırlatıcı (TEL); Çok akslı taktik tekerlekli platformlar; Stratejik caydırıcılık; Operasyonel etkinlik; Yaşam döngüsü maliyeti; Savunma sanayii yerleştirme.

Abstract

The purpose of this MBA research project is to investigate the different mobile platform architectures employed for the land-based launch of medium- and intermediate-range ballistic missiles, as well as certain variants of intercontinental ballistic missiles. It comparatively evaluates the two main architectures: the multi-axle tactical wheeled vehicle (12x12 and above) Transporter Erector Launcher, as well as the tractor-semi-trailer configurations. It aims to assess how different platform architectures affect strategic deterrence, operational effectiveness, and industrial feasibility.

The evaluation of the architectures will be conducted in five major areas, namely, mobility, survivability, level of readiness, logistical footprint, and cost structure. These criteria for evaluating the architectures are informed by the following factors: payload carrying capacity/weight, management of axle load, maneuverability, turning geometry, stability of the platform, signature management, cost, and life cycle costs.

The findings of the evaluation indicate that, for the high-mass range of IRBM as well as ICBM derivative systems, especially in regions where rapid deployment is critical, the multi-axle TEL configurations offer better operational flexibility as well as deterrence value. However, for regions where good infrastructure is available, the tractor-semi-trailer configurations offer competitive advantages.

The study highlights the fact that there is no universally optimal architecture. The effectiveness of the platforms is a result of the integrated optimization of geographical conditions, ISR threat level assumptions, air dominance assumptions, logistical considerations, and domestic industrial capability. As far as the case of Türkiye is concerned, the feasibility analysis considers the development of heavy tactical chassis platforms, powertrains, axle technologies, high-torque engines and transmissions, and industrial ecosystems.

The results indicate that 12x12 and above is not just an increase in the number of axles but a strategic level solution. Hence, the selection of the platforms is a result of a holistic systems engineering approach.

Keywords: *Mobile ballistic missile platforms; Transporter-Erector-Launcher (TEL); Multi-axle tactical wheeled platforms; Strategic deterrence; Operational effectiveness; Life cycle cost; Defense industrial localization.*

GİRİŞ

Kara konuşlu balistik füze kapasitesi, günümüz devletlerinin stratejik caydırıcılık sistemlerini uygulamada başvurduğu temel araçlardan biridir. Caydırıcılığın etkinliği yalnızca füzenin menzili ve harp başlığı tasarımı ile sınırlı değildir; fırlatma sisteminin hayatta kalabilirliği, konuşlanma seçenekleri, operasyonel hazırlık düzeyi ve görev sürekliliği de caydırıcılığın tesis edilmesinde belirleyici unsurlardır (SIPRI, 2024; IISS, 2024; Freedman, 2003). Bu nedenle fırlatma sistemlerinin tasarımı, askeri doktrin, lojistik destek gereksinimleri ve sanayi üretim kabiliyetlerini doğrudan etkilediği için stratejik bir varlık niteliği taşımaktadır.

Bu çalışmanın temel problem tanımı şu soruda özetlenebilir: Orta ve uzun menzilli balistik füzeler için mobil fırlatma platformu seçimi yapılırken, 12x12 ve üzeri çok akslı taktik tekerlekli araç (TTA) tabanlı TEL mimarisi mi, yoksa çekici + yarı römork mimarisi mi Türkiye'nin özgün ihtiyaç seti açısından daha yüksek stratejik değer üretmektedir? Bu soru tek bir yanıtla çözülebilecek nitelikte değildir; çünkü farklı sistemler farklı gizli maliyetler ve gizli faydalar üretmektedir. Çok akslı Taşıyıcı-Dikici-Fırlatıcı (Transporter Erector Launcher – TEL) platformları daha fazla mühendislik çalışması ve daha yüksek başlangıç sermaye maliyeti gerektirebilir; ancak daha düşük lojistik gereksinim ve daha kısa hazırlık süresi sayesinde operasyonel etkinliği artırabilir. Buna karşılık yarı römork çözümlerinin modüler yapısı bakım-onarım süreçlerinde ve endüstriyel tedarik zinciri yönetiminde avantaj sağlarken, arazi erişimi ve konuşlanma alanı gereksinimleri açısından sınırlayıcı olabilir.

Çalışma, kapsamını ve varsayımlarını aşağıdaki temel çerçeve üzerinden tanımlamaktadır:

- (1) İnceleme, açık kaynaklara dayalı olarak yürütülmüş; güvenlik açısından hassas teknik ayrıntılar çalışmanın dışında bırakılmıştır.
- (2) Platform karşılaştırması iki ana grup arasında yapılmıştır: 12x12 ve üzeri çok akslı TTA tabanlı TEL grubu ile çekici + yarı römork grubu.
- (3) Füzelere ilişkin analiz ise, belirli bir sistemin hassas ölçüleri veya operasyonel prosedürlerine atıf yapmadan, kütle ve uzunluk sınıflandırmaları üzerinden genel kurallar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.
- (4) Türkiye fizibilite değerlendirmesi; mevcut otomotiv ve ağır vasıta sektörü, savunma sanayii entegrasyon kapasitesi, test altyapısı ve tedarik zinciri riskleri dikkate alınarak yapılmıştır.

Çalışma, mobil fırlatma sistemlerinin tarihsel gelişimini ve askeri doktrindeki evrimini ortaya koyan bir literatür taraması ile başlamaktadır. Ardından araştırmada ele alınan iki ana sistem

mimarisi, sistem mühendisliği prensipleri doğrultusunda işlevsel bileşenlere ayrılmıştır. Bu bileşenler; şasi/taşıyıcı yapı, stabilizasyon sistemleri, güç ve yardımcı sistemler, fırlatma arayüzleri ile bakım ve lojistik unsurlarını kapsamaktadır. Teknik değerlendirmeyi mümkün kılmak amacıyla çok kriterli bir değerlendirme matrisi oluşturulmuştur. Stratejik ve operasyonel etkiler nitel analiz yöntemleriyle incelenmiş; finansal fizibilite ise senaryo temelli bir maliyet-fayda analizi çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Rapor altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde mobil balistik füze fırlatma platformlarının tarihsel gelişimi ve doktrinel evrimi, ikinci bölümde platform mimarileri, üçüncü bölümde teknik karşılaştırma analizi, dördüncü bölümde stratejik ve operasyonel değerlendirme, beşinci bölümde dünyadan benchmark örnekleri ve altıncı bölümde Türkiye'nin üretim ekosistemi ile yatırım fizibilitesi ele alınmaktadır.

1. BALİSTİK FÜZE FIRLATMA PLATFORMLARININ TARİHSEL GELİŞİMİ VE DOKTRİNEL EVRİMİ

Kara konuşlu balistik füze sistemlerinin konfigürasyonu, sistemin zaman içinde hayatta kalabilirliğini sürdürme gereksinimine bağlı olarak operasyonel yapılanmasını belirler. İlk operasyonel dönemde; silolar, betonarme koruganlar ve sabit fırlatma rampalarını içeren sabit konuşlu sistemler tercih edilmiştir. Bunun temel nedeni, bu yapıların teknolojik avantaj sağlaması ve komuta-kontrol süreçlerini daha basit hale getirmesidir. Ancak keşif kabiliyetlerindeki gelişmeler, izleme ve hedef tespit faaliyetlerini kolaylaştırmış; bu durum söz konusu sistemleri karşı kuvvet (counterforce) saldırılarına daha açık hale getirmiştir. Soğuk Savaş dönemi, bu kırılganlık ortamında iki ana eğilimin geliştiğini göstermiştir: (i) sertleştirilmiş sabit konuşlanma yaklaşımları (hardening, aldatma, çoklu sığınak konseptleri) ve (ii) mobil konuşlanma çözümleri (karayolu mobil ve demiryolu mobil sistemler). Mobil konuşlanma, düşmanın hangi hedeflere saldıracağına karar vermesini zorlaştırdığı için caydırıcılığın ikinci vuruş kapasitesini desteklemektedir (CSIS Missile Defense Project, 2024; SIPRI, 2024; Schelling, 1966).

Mobil fırlatma doktrini, teknik işleyişini belirleyen üç temel gereksinimi aynı anda karşılamak zorundadır (INCOSE, 2015):

- (1) sistemin füzenin güvenli bir şekilde taşınmasını sağlaması,
- (2) hızlı dikey konuma getirme ve stabilizasyon süreciyle (erection + stabilization) fırlatma pozisyonuna ulaşması,
- (3) görev hazırlığını sağlarken fırlatma emniyetini koruması (readiness + safety).

Bu gereksinimler, platform mimarisinin yalnızca taşıma kapasitesini değil; aynı zamanda yapısal dayanımını ve buna bağlı olarak hidrolik güç sistemlerini, pnömatik sistemleri, yardımcı güç ünitelerini, iklimlendirme sistemlerini, seyrüsefer ve konumlandırma sistemlerini, kabin

tasarımını ve bakım erişim noktalarını da belirlemektedir (INCOSE, 2015).

Doktrinsel açıdan mobil balistik sistemler, “dağıtık konuşlanma” (dispersed deployment) konsepti altında sınıflandırılmaktadır. Bu konseptin temel amacı, geniş bir yol–arazi ağı üzerinde kısa süreli dur-kalk döngüleriyle faaliyet icra edilmesini sağlayarak, uydu gözetimi, İHA keşfi ve sinyal istihbaratı (SIGINT) karşısında tespit edilme olasılığını zorlaştırmaktır (SIPRI, 2024; Freedman, 2003).

Mobil sistemlerde başarı koşulu yalnızca hareket edebilme kabiliyeti değil, aynı zamanda sistemin işlevlerini yerine getirebileceği coğrafi alanın genişliğidir. Bu nedenle şasinin arazi geçiş kabiliyeti, aks sayısı, lastik basınç kontrol sistemleri, eğim ve yan eğim sınırları ile manevra geometrisi kritik öneme sahiptir.

Bu bağlamda dünyada mobil balistik sistemler için iki temel yaklaşım benimsenmiştir. Birinci yaklaşım, yüksek taşıma kapasitesini doğrudan sistem şasisi üzerinde çözen çok akslı TTA tabanlı TEL sistemleridir. Bu yaklaşımda füze konteyneri/kanisteri, taşıyıcı yapı ve stabilizasyon sistemi tek bir platform üzerinde entegre edilmiştir. İkinci yaklaşım ise çekici + yarı römork sistemidir. Bu mimaride çekici araç platformun hareket ve çekiş kabiliyetini sağlarken, yarı römork füzenin taşınması ve dik konuma getirilmesini mümkün kılan mekanizmayı barındırır. Bu yaklaşım modülerlik açısından avantaj sağlayabilse de, manevra kabiliyeti ve arazi erişilebilirliği bakımından sınırlamalar oluşturma riski taşımaktadır (CSIS Missile Defense Project, 2024).

Şekil 1’de yer alan görseller, “16x16 sınıfına” ait çok akslı TTA tabanlı TEL yaklaşımının tipik uygulamalarını temsil etmektedir. Bu görseller, rapor boyunca daha geniş “12x12 ve üzeri” sınıfı temsil etmek amacıyla kullanılmaktadır.

Fırlatma platformlarının tarihsel gelişiminde dikkat çeken bir diğer önemli husus, füze menzili ve kütlesi arttıkça fırlatma için gerekli altyapının da büyümek zorunda olduğunun anlaşılmasıdır. Daha ağır ve daha uzun sistemler, fırlatma sürecinde daha yüksek stabilite gerektirir. Bu durum ise ya (i) artan dingil yüklerini karşılamak amacıyla aks sayısının artırılmasını ya da (ii) römork konfigürasyonunda yük dağılımının iyileştirilmesini zorunlu kılar. Dolayısıyla 12x12, 14x14 ve 16x16 konfigürasyonları yalnızca taşıma kapasitesini artırmaya değil, aynı zamanda fırlatma anındaki stabiliteyi ve konuşlanma esnekliğini geliştirmeye de hizmet etmektedir.

Fırlatma platformlarının doktrinsel evrimi açısından bakıldığında, 2000’li yıllarla birlikte iki ilave itici unsur daha belirgin hale gelmiştir. Birincisi, uydu görüntüleme, sentetik açıklıklı radar (SAR), geniş alan gözetleme ve hedef tespit sistemlerini içeren keşif-gözetleme-istihbarat (ISR) kabiliyetlerinin yaygınlaşmasıdır. İkincisi ise hassas güdümlü mühimmatlar ve konvansiyonel uzun menzilli vuruş kabiliyetlerinin artışıdır. Bu gelişmeler, hazırlık süresinin kısaltılması ve iz

yönetimi/gizlenme yeteneklerinin artırılması ihtiyacını daha da ön plana çıkarmıştır (RAND Corporation, 2013; NATO, 2020). Literatürde sıklıkla vurgulandığı üzere, çok akslı TEL konfigürasyonu “dur–hazırlan–fırlat–yer değiştir” döngüsünü daha kısa sürede gerçekleştirme avantajı sunarken; çekici + yarı römork konfigürasyonu daha geniş konuşlanma alanı gerektirebilmekte ve ek geometrik kısıtlar doğurabilmektedir.

Son olarak, mobil fırlatma platformlarının tarihsel gelişimi devletlerin sanayi kapasitesi tarafından önemli ölçüde şekillendirilmiştir. Başka bir ifadeyle; ağır hizmet tipi şasi, yüksek torklu güç üniteleri, çok akslı direksiyon sistemleri ve hidropnömatik süspansiyon gibi kritik teknolojilerin bulunabilirliği, farklı ülkelerin benimsediği yaklaşımı açıklamada belirleyici rol oynamaktadır. Bazı ülkeler tam entegre TEL konfigürasyonunu benimseyebilirken, bazıları için çekici + römork yaklaşımı daha uygun görülmektedir. Bu husus, raporun yatırım fizibilitesi bölümünde, özellikle Türkiye örneği çerçevesinde yeniden ele alınacaktır.

Şekil 1. Çok akslı TTA tabanlı TEL örneği (16x16 sınıfı): RS-24 Yars (MZKT-79221).



Kaynak: Army Recognition.

Şekil 2. Çok akslı TTA tabanlı TEL örneği (16 teker/çok akslı sınıf): DF-41 (parade görüntüsü).



Kaynak: Army Recognition.

2. MOBİL FIRLATMA SİSTEMLERİNDE TEKNİK PLATFORM MİMARİLERİ

Bu bölümde mobil balistik füze fırlatma sistemleri, işlevsel mimari yaklaşımı çerçevesinde iki ana kategori altında incelenecektir: (A) 12x12 ve üzeri çok akslı TTA tabanlı TEL çözümleri ve (B) çekici + yarı römork konfigürasyonları. Bu bölümün amacı, farklı alt sistemlerin belirli bir mimari içerisinde sistem mühendisliği perspektifiyle nasıl yapılandırıldığını ortaya koymaktır.

İşlevsel bloklar ve sistem-mühendisliği bakışı

Bir mobil platform, aşağıdaki genel işlevsel bloklardan oluşmaktadır (INCOSE, 2015). Bu bloklar her iki mimari ailesinde de bulunmakla birlikte, platform üzerindeki dağılım ve entegrasyon biçimleri farklılık göstermektedir:

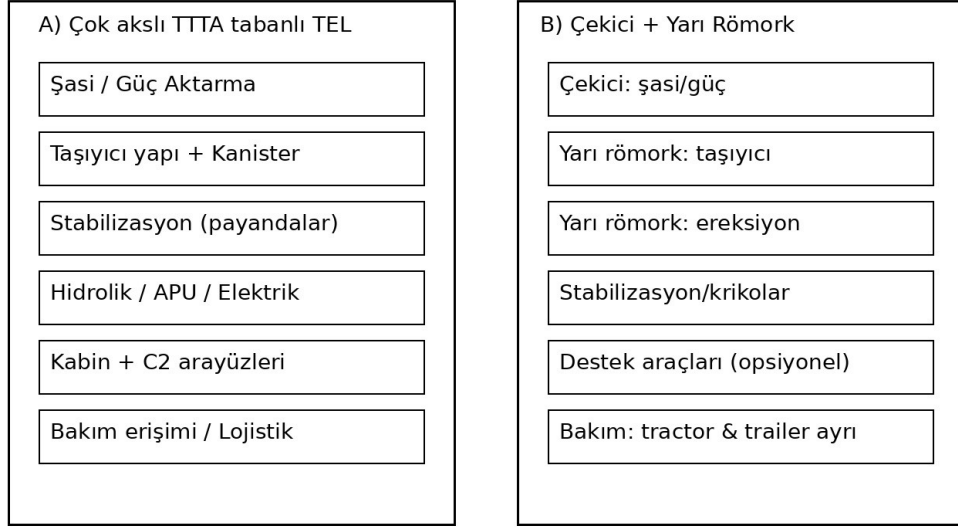
- Taşıyıcı platform (şasi/frame/aklar/süspansiyon/lastik sistemi)
- Güç aktarma ve hareket kabiliyeti (motor/şanzıman/diferansiyeller/direksiyon sistemi)
- Yardımcı güç ve enerji yönetimi (APU/jeneratör/bataryalar/güç dağıtımı)
- Hidrolik/Pnömatik sistemler (ereksiyon/stabilizasyon/kriko sistemleri)
- Taşıma arayüzü (kanister/bağlantı noktaları/titreşim ve şok yönetimi)
- Stabilizasyon ve nivelman (outrigger/payanda/zemin etkileşimi)
- Komuta ve kontrol arayüzleri (seyrüsefer/konumlama/haberleşme/güvenlik sistemleri)

- Bakım erişilebilirliği (modüler alt sistemler/saha bakım konsepti)

Bu işlevsel bloklar her iki mimari ailesinde de mevcuttur; ancak platform üzerindeki dağılım ve entegrasyon düzenleri farklıdır. Aşağıdaki şema bu farkı kavramsal düzeyde göstermektedir.

Şekil 3. Mobil fırlatma platformu mimari blokları: çok akslı TEL vs. çekici + yarı römork .

Mobil Fırlatma Platformu Mimari Blokları



Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Çok akslı TTA tabanlı TEL mimarisi

Bu mimaride taşıma, dik konuma getirme (ereksiyon) ve stabilizasyon fonksiyonları tek bir platform üzerinde entegre edilmiştir. Çok akslı şasi, ağırlık dağılımını yönetirken aynı zamanda aracın boyutlarına rağmen arazi kabiliyetini artırır. Direksiyonlanabilir akslar ve lastik basınç ayar sistemleri, platformun manevra kabiliyetini destekler.

Entegrasyonun temel avantajı, daha az araç ve daha az bağlama/ayırma işlemi ile daha kısa fırlatma hazırlık döngülerinin elde edilmesidir. Bununla birlikte, bu yaklaşım gelişmiş şasi tasarımları, yüksek dayanımlı yapısal malzemeler ve karmaşık hidrolik ile direksiyon mekanizmaları gerektirebilir (RAND Corporation, 2013).

Çekici + yarı römork mimarisi

“Çekici + yarı römork” mimarisinde çekici araç, fırlatma platformunun mobilite ve çeşik gereksinimlerini karşılamaktan sorumludur; yarı römork ise yük taşıma ve yükün dik konuma getirilmesini sağlayan sistemi taşır. Bu mimarinin en önemli avantajı, çekici aracın farklı görev yüklerini taşıyabilecek şekilde çeşitlendirilebilmesi ve yarı römorkun görev-özel (launcher) modül olarak tasarlanabilmesidir.

Buna ek olarak, bakım ve onarım sırasında çekici ile yarı römorkun ayrıştırılabilmesi, belirli bileşen arızalarında platformun tamamen devre dışı kalma riskini azaltabilir. Ancak bu mimari; mafsalsal (kingpin) kısıtları, toplam uzunluk sınırlamaları, geri manevra zorlukları, konumlandırma alanı gereksinimleri ve arazi koşullarında çekiş ile zemin yerleşimi problemleri gibi dezavantajlar da doğurabilir.

Yukarıdaki şema, yarı römork tabanlı bir fırlatma platformu örneğini göstermektedir. Not: Bu örnek balistik sınıfa ait değildir; yalnızca “çekici + yarı römork fırlatma mimarisinin” fiziksel düzenini temsil etmektedir.

Mimari seçimi etkileyen tasarım sürücüler

Mimari seçiminde belirleyici olan temel unsurlar şunlardır (RAND Corporation, 2013; NATO, 2020):

- **Yük Sınıfı ve Boyutlar:** Füze kütlesi ve uzunluğu arttıkça yapısal rijitlik ve stabilizasyon gereksinimi orantılı olarak artar.
- **Hareket Zarfı:** Ülkenin coğrafi yapısı, yol koşulları, köprü sınırlamaları ve arazi çeşitliliği.
- **ISR Tehdit Ortamı:** Tespit edilme olasılığı ile gizlenme ve aldatma gereksinimleri (RAND Corporation, 2013; NATO, 2020).
- **Hazırlık Süresi:** “Shoot and scoot” döngü süresi ve bunu destekleyen altyapı gereksinimleri.
- **Lojistik Ayak İzi:** Yakıt tüketim oranı, bakım personeli ve ekipman ihtiyacı, yedek parça ölçeği.
- **Endüstriyel Ekosistem:** Çok akslı şasi sistemleri, aks/süspansiyon sistemleri, güç aktarma organları, hidrolik sistemler ve sistem entegrasyonu konularındaki yetkinlikler.

Yukarıda belirtilen faktörler, 3. bölümde teknik karşılaştırma matrisi aracılığıyla ele alınacaktır. Bu faktörlerin stratejik, operasyonel ve Türkiye’ye özgü bağlamdaki değerlendirmeleri ise 4–6. bölümlerde detaylandırılacaktır.

Şekil 4. Çekici + yarı römork üzerinde launcher örneği (mimari temsil).



Kaynak: Army Recognition.

3. ÇOK AKSLI TTA TABANLI TEL GRUBU İLE ÇEKİCİ + YARI RÖMORK GRUBUNUN TEKNİK KARŞILAŞTIRMASI

Bu bölümde ana konfigürasyonların teknik değerlendirmesi çok kriterli bir matris çerçevesinde sunulmaktadır. Teknik karşılaştırma, “12x12 ve üzeri çok akslı TEL” ile “çekici + yarı römork” ana konfigürasyonları arasında yapılmış; farklı modeller aynı kategori içinde varyasyonlar olarak ele alınmıştır.

Kriter Seti

Değerlendirme kriterleri aşağıdaki başlıklarda toplanmıştır:

- (K1) Taşıma kapasitesi ve dingil yükü yönetimi
- (K2) Manevra kabiliyeti ve dönüş geometrisi
- (K3) Arazi erişebilirliği ve yol bağımlılığı
- (K4) Stabilite, nivelman ve fırlatma hazırlık döngüsü
- (K5) Lojistik ayak izi ve destek araç ihtiyacı
- (K6) Bakım-onarım, arıza izolasyonu ve sürdürülebilirlik
- (K7) Gizlenebilirlik, iz yönetimi ve aldatma (deception) uyumu
- (K8) Yaşam döngüsü maliyeti (LCC) ve endüstriyel üretilebilirlik

Karşılaştırma matrisi (nitel)

Aşağıdaki tablo; kriter bazında nitel karşılaştırma özetini sunar. “Avantaj” ifadeleri, tipik

konsept farklarını vurgular; uygulama ayrıntıları platformdan platforma değişebilir.

Mühendislik yorumları: kritik teknik gerilimler

Kriterler arası “tasarım gerilimleri” (trade-off) üç başlıkta yoğunlaşır:

(1) Entegrasyon vs. modülerlik:

Çok akslı TEL yaklaşımının avantajı, entegrasyonun sağladığı operasyonel hızdır. (CSIS Missile Defense Project, 2024) Çekici + yarı römork yaklaşımının avantajı ise bakım faaliyetlerinin ayrışması sayesinde sağlanan modülerliktir. Burada belirleyici unsur, hedeflenen fırlatma hazırlık süresidir.

(2) Arazi erişebilirliği vs. yol altyapısı varsayımı:

Coğrafyası karmaşık ve arazi kabiliyetinin kritik olduğu bölgelerde TEL yaklaşımı genellikle daha yüksek değer üretir. Buna karşılık, gelişmiş yol altyapısına ve yeterli manevra alanına sahip bölgelerde yarı römork yaklaşımı rekabet açısından görece avantaj sağlayabilir.

(3) Maliyet vs. hayatta kalabilirlik dengesi:

Maliyet yalnızca tedarik maliyetinden ibaret değildir. (RAND Corporation, 2013; Posen, 1984) Tespit edilme ve önleyici vuruş riskinin azaltılmasıyla elde edilen stratejik değer (caydırıcılık değeri) dolaylı bir kazanım oluşturur. Bu nedenle maliyet analizi, 6. bölümdeki stratejik değer tartışması ile birlikte değerlendirilmelidir.

Bu bölümdeki teknik analiz, 6. bölümde stratejik ve operasyonel analizle; 8. bölümde ise Türkiye’nin sanayi ve yatırım fizibilitesi analizi ile tamamlanacaktır.

Şekil 5. Görsel karşılaştırması (temsili): çok akslı TEL vs. çekici + yarı römork.

Çok akslı TTTA tabanlı TEL



Çekici + yarı römork launcher



Kaynak: Army Recognition.

Tablo 1. Teknik karşılaştırması: çok akslı TEL vs. çekici + yarı römork

Kriter	12x12+ TEL	Çekici+Yarı Römork
K1: Dingil yükü / taşıma	Yükün çoklu akslara dağıtılması mümkündür; bu sayede yüksek kütleler tek platformda taşınabilir. Çok akslı sistemin yapısal rijitliği ve payanda sistemi stabilite sağlar.	Yükün çoklu akslara dağıtılması mümkündür; ancak çekici seçiminde esneklik sınırlı olabilir. Römork rijitliği bu yaklaşımda kritik bir tasarım konusudur.
K2: Manevra / dönüş	Çok akslı direksiyon sistemi dönüş çapı açısından avantaj sağlar; ancak toplam uzunluk nedeniyle yol geometrisi önemlidir.	Bu kriterde manevra ve hassas konumlandırma daha zor olabilir.
K3: Arazi erişebilirliği	Yüksek arazi kabiliyeti; merkezi lastik basınç ayar sistemi ve bağımsız süspansiyon avantaj sağlar.	Yol altyapısına daha bağımlıdır; eğimli veya yumuşak zeminde çekiş ve lastik yerleşimi sorunları yaşanabilir.
K4: Hazırlık döngüsü	Tek platform entegrasyonu: daha az bağlantı, daha kısa dur-hazırlan-ayrıl döngüsü; stabilizasyon hızlı.	Konumlandırma alanı, römork nivelmanı ve stabilizasyon için daha fazla zaman/alan gerekebilir; destek prosedürleri artabilir.

K5: Lojistik ayak izi	Sistem karmaşıktır; ancak görev tek araçla icra edilebilir. Bazı destek unsurları entegre edilebilir.	Çekici ve römork ayrımı farklı bakım kategorileri doğurur; ilave destek veya yedek çekici ihtiyacı olabilir.
K6: Bakım / sürdürülebilirlik	Yüksek entegrasyon nedeniyle arıza durumunda sistemin tamamı etkilenebilir. Yedek platform veya alt sistem yaklaşımı gereklidir.	Arıza giderimi ve çekici değişimi daha kolay olabilir; ticari tedarik kanalları avantaj sağlayabilir.
K7: Gizlenme / iz	Arazide dağılım ve gizlenme seçenekleri daha fazladır; ancak platform boyutu ve iz yönetimi önemlidir.	Yol bağımlılığı iz riskini artırabilir; römork ayrılması veya maskeleye konseptleri kısmi avantaj sağlayabilir.
K8: LCC / üretilebilirlik	Başlangıç aşamasında yüksek Ar-Ge ve test maliyetleri söz konusudur; kritik alt sistemlerde bağımlılık riski vardır. Ancak ölçek arttıkça birim maliyet düşer.	Modüler tasarım maliyet avantajı sağlayabilir; mevcut endüstriyel altyapıdan daha fazla yararlanılabilir, ancak performans gereksinimleri sınırlayıcı olabilir.

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

4. STRATEJİK VE OPERASYONEL DEĞERLENDİRME

Mobil fırlatma sistemlerinin stratejik önemi, rakibin hedefleme sürecinde oluşturdukları belirsizliğin düzeyiyle ölçülebilir. Bu nedenle platform mimarisinin seçimi yalnızca teknik boyutlarla sınırlı olmayan; doktrin ve lojistik boyutları da kapsayan bir caydırıcılık tasarım meselesidir.

Belirsizlik üretme mekanizmaları

Mobil platformlar caydırıcılığa aşağıdaki belirsizlik türlerini üreterek katkı sağlar (SIPRI, 2024; Schelling, 1966; Freedman, 2003):

- (i) konumsal belirsizlik (dağıtık konuşlanma),
- (ii) zamansal belirsizlik (kısa hazırlık pencereleri),
- (iii) tanımlama belirsizliği (aldatma/kamuflej),
- (iv) süreklilik belirsizliği (yüksek hazır olma oranları).

Çok akslı TEL'ler açısından değerlendirildiğinde, arazi dışı erişebilirlikleri nedeniyle dağıtık konuşlanma alanı genellikle daha geniştir. Yarı römork çözümünde ise yol bağımlılığı

nedeniyle dağıtık konuşlanma alanı genellikle daha kısıtlıdır. Fakat yol altyapısının gelişmiş olduğu durumlarda ve coğrafyalarda bu farkın önemi azalmaktadır.

Operasyonel döngü ve hazırlık süresi

“Dur–hazırlan–fırlat–ayrıl” operasyonel döngüsünün süresi; platformun konumlandırma alanı ihtiyacına, nivelman sürecine, güç-hidrolik altyapısına, mürettebat ergonomisine ve emniyet unsurlarına bağlıdır.

TEL yaklaşımı, bağlantı ve ayırma işlemlerini en aza indirerek zaman döngüsünü kısaltabilir. Çekici + yarı römork çözümü ise uygun prosedürler ve ekipman kullanımı ile rekabetçiliğini koruyabilir; ancak geometrik kısıtlar ve zemin koşullarına karşı daha yüksek hassasiyet gösterebilir.

Lojistik sürdürülebilirlik ve ISR tehdidi

TEL çözümü, görevin tek bir platform üzerinden icra edilmesi nedeniyle bazı operasyonel senaryolarda daha düşük bir destek ayak izi gösterebilir; ancak çok akslı direksiyon ve süspansiyon sistemleri gibi daha karmaşık alt sistemler nitelikli bakım gerektirir.

Yarı römork çözümünde ise çekici ve treyler ayrışması sayesinde arıza izolasyonu ve ikame daha kolay gerçekleştirilebilir; ancak bu durum iki ayrı platform sınıfı için yedek parça stok maliyetlerini ve eğitim gereksinimlerini artırabilir.

Modern bir ISR ortamında, tekrarlayan güzergâhlar ve yol bağımlılığı tespit riskini artırabilir (RAND Corporation, 2013; NATO, 2020). Bu nedenle mimari çözüm seçimi, iz yönetimi (signature management) doktrini dikkate alınarak yapılmalıdır.

Bu bölümün sonucu ise belirli bir çözümün “tek doğru” olarak kabul edilmesi yerine, belirli bir senaryoya uyumun esas olmasıdır. Arazi erişebilirliği ve hızlı konuşlanma öncelikliyse TEL çözümü daha yüksek stratejik değer sunabilir; modülerlik, tedarik esnekliği ve ikame kolaylığı öncelikliyse yarı römork çözümü daha yüksek toplam değer sağlayabilir.

5. DÜNYADAKİ BENCHMARK UYGULAMALAR VE ÖRNEK SİSTEMLER

Bu bölümde, Çin, ABD, Rusya, Kuzey Kore, Pakistan ve İran tarafından geliştirilen mobil balistik füze fırlatma platformları incelenerek, her ülkenin sistemlerinde yaptığı mimari tercihlerin arkasındaki ilişki ortaya konulmaktadır.

Çin

Çin Halk Cumhuriyeti, DF-26 ve DF-41 gibi yol-mobil balistik füze sistemlerinde 12x12 ve üzeri çok akslı TEL mimarilerini tercih etmektedir. Bu tercih büyük ölçüde Çin’in geniş kara coğrafyası, engebeli arazi yapısı ve gelişmiş bir ISR ortamında hareket kabiliyeti ihtiyacından

kaynaklanmaktadır (CSIS Missile Defense Project, 2024).

TEL grubunda, 12x12 sınıfına örnek olarak kamuya açık parade görüntüsü Şekil 6’da verilmiştir.

Şekil 6. 12x12 sınıfı TEL örneği: DF-26D parade görüntüsü (temsili).



Kaynak: Army Recognition.

Amerika Birleşik Devletleri

ABD geçmişte LGM-30 Minuteman gibi silo tabanlı sistemleri tercih etmiştir. Bununla birlikte MGM-134 Midgetman gibi yol-mobil balistik füze konseptlerini de araştırmıştır; ancak ABD nükleer envanterinde hava ve deniz unsurlarının baskınlığı nedeniyle bu sistem seri üretime geçirilmemiştir (IISS, 2024).

Rusya

Rusya, RS-24 Yars ve Topol-M sistemlerinde çok akslı MZKT platformlarını kullanmaktadır. Rusya’nın geniş coğrafi yayılımı TEL mimarisine olan ihtiyacı gerekçelendirmekte; entegre platform tasarımı ise bu ihtiyacı desteklemektedir (CSIS Missile Defense Project, 2024).

Kuzey Kore

Mobil TEL mimarisine odaklanma, Kuzey Kore’nin caydırıcılık stratejisinin merkezinde yer almaktadır. Hwasong-15 ve diğer Hwasong serisi füzelerde çok akslı platformlar kullanılmaktadır. Endüstriyel kısıtlar, bazı konfigürasyonlarda ağır taşıyıcı araç çözümlerinin benimsenmesine yol açmıştır (SIPRI, 2024).

Pakistan

Pakistan'ın Shaheen-II füze sisteminde hem TEL hem de yarı römork çözümleri görülmektedir. Yol bağımlılığının yüksek, stratejik derinliğin ise sınırlı olduğu konuşlanma alanlarında mevcut endüstriyel kısıtlar, modüler çözümlerin benimsenmesine neden olmuştur (SIPRI, 2024).

İran

İran'ın balistik füze envanterinde yol-mobil konuşlanma oldukça yaygındır. Khorramshahr ve Emad sistemlerinde çekici-yarı römork konfigürasyonları görülmektedir. Çin ve Rusya'nın benimsediği yüksek akıllı TEL mimarisinden farklı olarak, İran'da modülerlik ve üretilebilirlik odağı, endüstriyel kısıtların bir yansımasıdır (SIPRI, 2024).

Benchmark'tan çıkarımlar: TEL mimarisinin benimsenmesi, yarı römork konfigürasyonuna kıyasla daha yüksek hayatta kalabilirlik faktörlerini desteklemektedir (CSIS Missile Defense Project, 2024; IISS, 2024). Buna karşılık yarı römork konfigürasyonu; tedarik esnekliği ve bakım kolaylığı açısından daha yüksek modülerlik avantajı sunmaktadır. Ulusal düzeydeki kararlar yalnızca stratejik değerlendirmelerle şekillenmemekte; endüstriyel kısıtlar da bu tercihlerin oluşumunda önemli rol oynamaktadır.

6. TÜRKİYE İÇİN SANAYİ EKOSİSTEMİ, ÜRETİLEBİLİRLİK VE YATIRIM FİZİBİLİTESİ

Türkiye'de 12x12 ve üzeri sınıfta bir platform ailesi geliştirmek; ağır vasıta ve savunma araçları üretim yetkinlikleri üzerine inşa edilebilir. Ancak kritik başarı faktörü, "ağır şasi"nin çevresindeki alt sistem ekosisteminin (aks/süspansiyon, güç aktarma, hidrolik, test) olgunlaştırılmasıdır (INCOSE, 2015; NATO, 2020).

Kritik alt sistemler

- Şasi/taşıyıcı yapı ve yüksek dayanımlı imalat (NDT dahil)
- Çoklu aks, direksiyonlanan akslar ve ağır hizmet süspansiyon çözümleri
- Yüksek tork motor-şanzıman-transfer kutusu-diferansiyel zinciri
- CTIS ve ağır lastik/teker ekosistemi
- Hidrolik güç paketi, aktüatörler ve stabilizasyon sistemleri
- Araç elektroniği, güvenlik interlock'ları ve siber dayanıklılık
- Test/sertifikasyon: dayanım, çevresel, EMC/EMI ve saha doğrulama

Üretim modeli seçenekleri

- Model-A (tam yerli): en yüksek bağımsızlık, en uzun takvim
- Model-B (ortak geliştirme + yerelleştirme): daha hızlı olgunlaşma, bağımlılık risk

- yönetimi gerekli
- Model-C (mevcut platformlara entegrasyon): hızlı başlangıç, ancak performans/gizli maliyet sınırlamaları

Finansal şablon ve ölçek ekonomisi

Maliyetler; Ar-Ge, test faaliyetleri, üretim altyapısı, tedarik, lojistik ve benzeri unsurlar dâhil olmak üzere bütüncül şekilde değerlendirilmelidir.

Yatırımın geri dönüşünü artıracak temel yaklaşım, “ortak ağır şasi ailesi” oluşturulmasıdır. Aynı platform ailesi ağır taşıyıcı, lojistik görev aracı, özel görev aracı gibi birden fazla görevde kullanıldığında; adet artışı sayesinde ölçek ekonomisi oluşur ve birim maliyet düşer.

Tablo 1. Aşamalı Yatırım ve Endüstriyelleşme Yol Haritası

Maliyet Kalemi	0–2 yıl	2–5 yıl	5+ yıl
Ar-Ge	Gereksinimler+prototip	Detay tasarım+doğrulama	Varyant iyileştirme
Test altyapısı	Temel hazırlık	Tam doğrulama	Akreditasyon/süreklilik
Üretim	Pilot hat	Seri hat	Kapasite artışı
Tedarik/yerelleştirme	Kritik dış tedarik	Yerelleştirme artışı	Stratejik bağımsızlık
Lojistik	Eğitim+ilk yedek	Saha bakım	LCC optimizasyonu

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Yatırım öncelikleri

Yatırım önceliği; çok akslı aks/süspansiyon sistemleri, ağır hizmet güç aktarım organları, güvenilir hidrolik sistemler ve test altyapısına verilmelidir.

Kademeli yerelleştirme stratejisi ve çoklu tedarikçi yaklaşımı benimsenerek hem takvim riski hem de tedarik riski minimize edilebilir.

7. RİSK ANALİZİ

Bu bölümde, mobil platform programına ilişkin riskler; teknik, tedarik, takvim, maliyet ve düzenleyici/itibar eksenlerinde kısaca ele alınmaktadır. Risk yönetimi, yüksek teknolojiye sahip platform programlarının başarılı şekilde yürütülmesinin temel unsurlarından biridir.

Başlıca riskler

- Teknik risk: Çok akslı direksiyonlama/süspansiyon ve ağır güç aktarma organlarının olgunluk seviyesi.
- Entegrasyon riski: Hidrolik-elektrik-kontrol mimarilerinin birlikte doğrulanması; EMC/EMI ve emniyet interlock’ları.
- Tedarik riski: Kritik alt sistemlerde ihracat kısıtları, lisans sınırlamaları veya tek-kaynak bağımlılığı.
- Takvim riski: Prototip-test-iyileştirme döngülerinin beklenenden uzun sürmesi.

- Maliyet riski: CAPEX'in büyümesi, küçük adetlerde birim maliyetin yüksek kalması.
- Operasyonel risk: Platformun hedeflenen arazi/yol şartlarında beklenen görev çevrimini tutturamaması.
- Program/itibar riski: Kamuoyu ve uluslararası regülasyon hassasiyetleri, ihracat izin süreçleri.

Basit risk matrisi ve azaltım önlemleri

Aşağıdaki tablo; riskleri örnek bir “olasılık-etki” yaklaşımıyla sınıflandırır ve tipik azaltım (mitigation) önerilerini listeler.

Tablo 2. Risk Matrisi ve Azaltım Önlemleri

Risk	Olasılık	Etki	Azaltım
Aks/süspansiyon olgunluğu	Orta	Yüksek	Erken prototip; ortak geliştirme; saha testleri
Güç aktarma tedariki	Orta	Yüksek	Çoklu tedarik; stok; yerelleştirme
Entegrasyon/EMC	Orta	Orta-Yüksek	Doğrulama planı; laboratuvar; kapı gözden geçirme
Takvim uzaması	Orta	Orta	TRL kapıları; aşamalı hedefler
Birim maliyet yüksekliği	Orta	Orta	Ortak şasi ailesi; adet/ihraç stratejisi

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

8. DEĞERLENDİRME VE STRATEJİK YOL HARİTASI

Bu MBA araştırma projesi, mobil balistik füze platformlarının stratejik caydırıcılığın “görünmeyen” ancak kritik unsurlarından biri olduğunu açıkça ortaya koymuştur. Aynı zamanda, bir balistik füze platformu mimarisinin; teknik, doktrinel, lojistik ve endüstriyel faktörlerin birlikte optimize edilmesini gerektirdiğini göstermiştir (INCOSE, 2015; Freedman, 2003).

Bu çalışma, ana mimarileri (“12x12 ve üzeri” çok akslı TEL grubu ile Çekici + Yarı Römork grubu) kavramsal düzeyde karşılaştırmış ve hangi operasyonel ortamlarda bir mimarinin diğerine göre daha fazla katma değer üretebileceğini ortaya koymuştur.

Temel Bulgular

- “12x12 ve üzeri” grup yalnızca taşıma kapasitesinde bir artışı değil; dingil yükü yönetimi, stabilite, arazi kabiliyeti ve hızlı konuşlanma döngülerini kapsayan bütüncül bir yetenek setini ifade etmektedir.
- Çok akslı TEL mimarisi, entegrasyon avantajı sayesinde daha kısa görev döngüsü ve daha geniş bir dağılım alanı potansiyeli sunabilir. Bu mimari, ISR tehdidinin yüksek olduğu

ortamlarda ilave stratejik değer üretebilir.

- Çekici + Yarı Römork mimarisi; yüksek modülerlik, tedarik esnekliği ve bakım açısından ikame avantajları sunabilir. Yol altyapısının güçlü, konuşlanma alanlarının geniş ve bakım-lojistik organizasyonunun olgun olduğu ortamlarda rekabetçi kalabilir.
- Maliyet modellerinin yalnızca araç CAPEX'ini değil; lojistik ayak izini ve dolaylı stratejik maliyet modellerini (caydırıcılık değeri) de içermesi gerektiği göz ardı edilmemelidir.
- Türkiye açısından en kritik yatırım boşlukları; çok akslı aks sistemlerinin ve ağır hizmet güç aktarma çözümlerinin geliştirilmesidir. “Ortak Ağır Şasi Ailesi” yaklaşımı yüksek yatırım geri dönüşü (ROI) sağlayabilir.

Önerilen yol haritası (kademeli yaklaşım)

Aşağıdaki yol haritası; teknoloji hazırlık seviyesi (TRL) mantığıyla, riski kademeli düşüren bir ilerleme önerir:

Aşama-1 (0–12 ay): Gereksinim ve konsept olgunlaştırma

- Operasyon konsepti (CONOPS) ve performans gereksinimlerinin netleştirilmesi
- Mimari seçiminin çok kriterli karar modeli ile yapılması
- Kritik alt sistemlerde tedarik/yerleştirme stratejisinin belirlenmesi

Aşama-2 (12–24 ay): Alt sistem prototipleri ve test altyapısı

- Aks/süspansiyon ve direksiyonlama prototipleri
- Hidrolik güç ve stabilizasyon demonstratörleri
- Saha test parkuru ve çevresel test planlarının kurulması

Aşama-3 (24–48 ay): Entegre prototip ve doğrulama

- Tam ölçekli platform prototipi (ya TEL ya da trailer-modül)
- Dayanım, güvenilirlik, EMC/EMI ve saha performans doğrulaması
- Bakım-lojistik konseptinin kullanıcı ile birlikte olgunlaştırılması

Aşama-4 (48+ ay): Endüstriyelendirme ve ürün ailesi

- Seri üretim hattı, kalite sistemleri, lojistik destek paketi
- Ortak şasi ailesi üzerinden diğer görev türevleri (ağır taşıyıcı, mühimmat taşıma vb.)
- İhracat uyumu ve yaşam döngüsü optimizasyonu

9. SONUÇ

Mobil balistik füze fırlatma platformu seçimi, bir araç konfigürasyonu tercihi problemi olarak ele alınamayacak kadar çok boyutlu bir problem alanıdır. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen analizlerin ortaya koyduğu üzere, bu tür bir karar; platform mühendisliği, doktrin, lojistik ve

endüstri gibi birçok faktörün eşzamanlı olarak optimize edilmesini gerektiren üst düzey bir problem niteliği taşımaktadır.

Bu çok boyutlu problem alanı içerisinde, “12×12 ve üzeri çok akslı TEL” ile “çekici + yarı römork” mimarileri arasındaki performans farklılıklarının yalnızca teknik parametrelere bağlı olmadığı; aynı zamanda ISR tehdit yoğunluğu, coğrafi özellikler, doktrin ve harekât konsepti (CONOPS) gibi unsurlara da bağlı olduğu görülmektedir.

Öncelikle, çok akslı TEL platformları; yüksek arazi kabiliyeti, kısa hazırlık ve reaksiyon süreleri ile daha esnek ve dağıtık konuşlanma imkânları sunmaktadır. Bu özellikler, hayatta kalabilirliği artırmakta ve belirsizlik üreterek caydırıcılık açısından ilave değer sağlamaktadır (Schelling, 1966; Freedman, 2003). Buna karşılık, “çekici + yarı römork” mimarisi; modülerlik, bakım ve ikame kolaylığı ile sivil altyapıdan faydalanabilme özellikleriyle öne çıkmaktadır. Bu sayede, özellikle yol ağının gelişmiş olduğu ve lojistik organizasyonla operasyonel esnekliğin sağlandığı senaryolarda toplam sahip olma maliyeti (TCO) açısından uygulanabilir bir çözüm sunmaktadır. Ancak bu çözümün operasyonel kabiliyetleri, büyük ölçüde yol ağlarına bağımlılık ve konuşlanma geometrisi kısıtları ile sınırlı görünmektedir.

Bu noktada, çalışmanın en önemli sonuçlarından birini vurgulamak gerekmektedir: Bu çalışmanın temel çıkarımı olarak, mobil fırlatma platformu seçimi bireysel performans kriterlerine göre değil, bütüncül caydırıcılık mimarisi içinde sistemler sistemi (system-of-systems) yaklaşımıyla değerlendirilmelidir.

Başka bir ifadeyle, bir platformun değeri;

- Hızlı konuşlanma kabiliyeti,
- Yüksek yük taşıma kapasitesi veya
- Maliyet etkinliği

ile değil, bütüncül caydırıcılık mimarisine sağladığı katkı ile değerlendirilmelidir.

Yukarıdaki bulgular ışığında, Türkiye özelinde yapılan değerlendirme stratejik bir boyut kazanmaktadır. Türkiye’nin coğrafi çeşitliliği, yüksek operasyonel derinliği ve tehdit ortamı dikkate alındığında;

- Yüksek mobilite,
- Dağıtık konuşlanma ve
- Hızlı reaksiyon kabiliyeti

belirleyici unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, çok akslı TEL platformlarının yalnızca caydırıcılığı artıran bir unsur olmakla kalmayıp, aynı zamanda Türkiye’nin gelecekteki kara konuşlu caydırıcılık doktrininin temelini oluşturabileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte, bu potansiyel çözüm bazı koşullara bağlıdır. Özellikle çok akslı direksiyon ve süspansiyon sistemleri, yüksek torklu güç aktarma organları ve hidrolik stabilizasyon sistemleri gibi kritik alt sistemler, geliştirme sürecinde önemli teknik ve tedarik riskleri barındırmaktadır. Bu nedenle TEL platform geliştirme süreci yalnızca belirli bir ürünün ortaya çıkarılması olarak değil, aynı zamanda ulusal ağır araç mühendisliği yetkinliğinin geliştirilmesi olarak ele alınmalıdır.

Bu çerçevede, çalışmanın stratejik çıktılarından biri olarak “Ortak Ağır Şasi Ailesi” yaklaşımı önerilmektedir. Bu yaklaşım sayesinde;

- Platformların yeniden kullanımı,
- Şasi üretiminde ölçek ekonomisi,
- Bakım ve lojistik süreçlerinin standardizasyonu ve
- İhracat potansiyelinin artırılması mümkün hale gelmektedir.

Bu analitik çerçeve, güncel çatışma örnekleri ile birlikte değerlendirildiğinde daha da anlam kazanmaktadır. Şubat 2026 itibarıyla İran–ABD–İsrail hattında yaşanan gerilimler ve karşılıklı füze saldırıları göstermiştir ki; sabit silolar ve önceden bilinen konuşlanma alanları, gelişmiş uydu gözetleme sistemleri ve hassas güdümlü mühimmatlar karşısında çatışmanın ilk safhalarında yüksek risk altına girmektedir (RAND Corporation, 2013). Bu durum, mobil ve dağıtık konuşlanma konseptlerinin modern savaş alanındaki önemini açık biçimde ortaya koymaktadır.

İran’ın geniş coğrafyaya yayılmış mobil füze platformları üzerinden oluşturduğu hareketli konuşlanma yapısı, rakip istihbarat sistemleri açısından hedefleme sürecini zorlaştıran bir belirsizlik üretmiş; bu durum, mobil sistemlerin caydırıcılık üzerindeki etkisini somut bir örnekle ortaya koymuştur. (Schelling, 1966) Bu bağlamda mobil platformlar, yalnızca fiziksel bir taşıyıcı değil; aynı zamanda rakibin karar alma döngüsünü etkileyen stratejik bir araç haline gelmektedir.

Türkiye’nin bu alandaki yaklaşımı; coğrafi derinliği, sanayi altyapısı ve bölgesel güvenlik dinamikleri ile birlikte ele alınmalıdır. Mobil fırlatma platformları, yalnızca bir füze taşıyıcısı değil; en yoğun çatışma ortamında dahi ikinci vuruş (second-strike) kabiliyetini sürdürebilecek bir stratejik sigorta işlevi görmektedir. Bu nedenle 12×12 ve üzeri çok akslı platformlar, sadece bir envanter ihtiyacı olarak değil; Türkiye’nin ağır taktik araç teknolojilerinde bağımsızlığını güçlendirecek ve bölgesel güç projeksiyonunu destekleyecek stratejik bir teknoloji yatırımı olarak değerlendirilmelidir.

Son olarak, karar vericiler açısından çıkarılması gereken temel sonuç şudur: Mobil balistik füze fırlatma platformu seçimi, maliyet optimizasyonu üzerinden değil, uzun vadeli esneklik ve caydırıcılık kabiliyetleri üzerinden değerlendirilmelidir (SIPRI, 2024; RAND Corporation, 2013).

Sonu olarak bu alıřma, Trkiye aısından 12×12 ve zeri ok akslı TEL platformlarının; stratejik otonomi, operasyonel esneklik ve endstriyel derinlik saėlama aısından kritik bir rol oynayabileceėini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte nihai kararın;

- Hibrit kullanım konseptleri,
- Grev odaklı platform eřitliliėi ve
- Kademeli teknoloji kazanımı

gibi unsurlar dikkate alınarak verilmesi, hem teknik riskleri azaltacak hem de operasyonel esnekliėi artıracaktır.



10. KAYNAKÇA

Army Recognition. (n.d.). *DF-26D intermediate-range ballistic missile road-mobile launcher*. <https://www.armyrecognition.com>

Army Recognition. (n.d.). *DF-41 Dongfeng-41 road-mobile ICBM (16x16 TEL)*. <https://www.armyrecognition.com>

Army Recognition. (n.d.). *Hwasong-15 road-mobile ICBM on 11-axle TEL platform*. <https://www.armyrecognition.com>

Army Recognition. (n.d.). *Khorramshahr / Emad semi-trailer ballistic missile launcher*. <https://www.armyrecognition.com>

Army Recognition. (n.d.). *RS-24 Yars SS-29 road-mobile ICBM on MZKT-79221 (16x16) platform*. <https://www.armyrecognition.com>

Army Recognition. (n.d.). *Shaheen-II road-mobile ballistic missile launcher*. <https://www.armyrecognition.com>

Army Recognition. (n.d.). *S-300PMU2 5P85TE2 semi-trailer missile launcher*. <https://www.armyrecognition.com>

CSIS Missile Defense Project. (2024). *DF-31 (Dong Feng-31 / CSS-10)*. <https://missilethreat.csis.org>

Freedman, L. (2003). *The evolution of nuclear strategy* (3rd ed.). Palgrave Macmillan.

International Institute for Strategic Studies (IISS). (2024). *The Military Balance 2024*. Routledge.

INCOSE. (2015). *Systems engineering handbook: A guide for system life cycle processes and activities* (4th ed.). Wiley.

NATO. (2020). *Science and technology trends 2020–2040*. NATO Science & Technology Organization.

Posen, B. R. (1984). *The sources of military doctrine: France, Britain, and Germany between the world wars*. Cornell University Press.

RAND Corporation. (2013). *Survivability and mobility of road-mobile missile systems*. RAND Corporation.

Schelling, T. C. (1966). *Arms and influence*. Yale University Press.

Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). (2024). *SIPRI yearbook 2024: Armaments, disarmament and international security*. SIPRI.

11. GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu MBA araştırma projesinde, kara konuşlu orta ve orta-uzun menzilli balistik füze sistemleri için mobil fırlatma platformu mimarileri stratejik, operasyonel ve endüstriyel boyutlarıyla incelenecektir. Çalışmanın cevaplamayı amaçladığı temel araştırma sorusu; Türkiye bağlamında, kara konuşlu orta ve orta-uzun menzilli mobil balistik füze sistemleri açısından 12x12 ve üzeri çok akslı taktik tekerlekli araç (TTA) tabanlı TEL mimarisinin mi yoksa çekici + yarı römork konfigürasyonunun mu stratejik açıdan daha yüksek değer üreteceğidir.

Öncelikle mobil balistik füze sistemlerinin tarihsel gelişimi ve doktrini incelenecektir. Soğuk Savaş döneminde sabit silo tabanlı orta ve orta-uzun menzilli balistik füze sistemlerine yönelik karşı kuvvet (counterforce) saldırı tehdidinin artması, mobil kara konuşlu sistemlerin geliştirilmesini ve operasyonel planlamasını hızlandırmıştır. Akabinde mobil kara konuşlu balistik füze doktrini aşağıdaki temel prensipler doğrultusunda gelişmiştir:

- Yüksek yer değiştirme oranı
- Kısaltılmış hazırlık döngüsü
- Dağıtık/Dağınık konuşlanma
- İz yönetimi (signature management)

Bu çerçevede platform mimarisinin, sistemin hayatta kalabilirliği ve ikinci vuruş potansiyeli açısından kritik öneme sahip olduğu açıktır.

Temel araştırma sorusuna yanıt verebilmek amacıyla iki ana platform mimarisi teknik açıdan incelenecektir:

- Entegre 12x12 ve üzeri çok akslı TTA tabanlı TEL
- Çekici + yarı römork konfigürasyonu

Bu iki mimari; taşıma kapasitesi, dingil yükü yönetimi, manevra kabiliyeti, arazi erişilebilirliği, stabilizasyon ve fırlatma hazırlık döngüsü, lojistik ayak izi, sürdürülebilirlik, iz yönetimi ve yaşam döngüsü maliyetleri kriterleri üzerinden çok kriterli bir yaklaşımla karşılaştırılacaktır. Amaç, bu iki mimariden hangisinin mutlak olarak üstün olduğunu belirlemek değil; hangi koşullarda hangi mimarinin daha değerli olduğunu ortaya koymaktır.

Araştırma bulguları, yüksek kütleli IRBM ve ICBM türev sistemler söz konusu olduğunda, özellikle arazi kabiliyeti ve hızlı konuşlanmanın kritik olduğu senaryolarda çok akslı TEL mimarisinin operasyonel esneklik açısından daha uygun olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, altyapının gelişmiş olduğu senaryolarda çekici + yarı römork mimarisi bakım ve tedarik esnekliği açısından rekabetçi avantajlar sağlayabilmektedir.

Stratejik önem açısından mobil platformların caydırıcılık bağlamındaki etkinliği üç boyutta

değerlendirilmektedir: belirsizlik üretme, ikinci vuruş kapasitesi ve operasyonel süreklilik. Bulgular, platform etkinliğinin yalnızca teknik özelliklere değil; coğrafi koşullara, ISR tehdit varsayımlarına, hava üstünlüğü değerlendirmelerine ve lojistik organizasyona da bağlı olduğunu göstermektedir. Evrensel olarak en uygun tek bir mimarinin bulunmadığı; platform seçiminin senaryo temelli yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Türkiye bağlamında fizibilite analizi; ağır taktik şasi geliştirme, aks ve süspansiyon sistemleri, yüksek torklu güç aktarma organları, hidrolik stabilizasyon sistemleri ve test altyapısı gibi alanlardaki yerli yetkinlikleri değerlendirmektedir. Ölçek ekonomisi sağlamak amacıyla mimarinin diğer ağır hizmet tipi savunma platformlarına da uyarlanmasını mümkün kılan “Ortak Ağır Şasi Ailesi” konsepti önerilmektedir.

Finansal ve endüstriyel analiz kapsamında Ar-Ge, test altyapısı, üretim hattı geliştirme, yerelleştirme ve yaşam döngüsü destek faaliyetlerini içeren aşamalı bir yatırım modeli önerilmektedir. Ayrıca proje risklerini azaltmak ve yerli sanayide katma değeri maksimize etmek amacıyla TRL (Technology Readiness Level) temelli bir yaklaşım benimsenmesi tavsiye edilmektedir.

Sonuç olarak çalışma, 12x12 ve üzeri çok akslı platformların yalnızca aks sayısındaki artıştan ibaret olmadığını; yük yönetimi, stabilite, arazi erişimi, zaman faktörü ve doktrinel esneklik açısından stratejik düzeyde bir sistem çözümü sunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte platform seçimi, Türkiye’nin coğrafi, endüstriyel ve stratejik koşullarını dikkate alan bütüncül bir sistem mühendisliği süreciyle gerçekleştirilmelidir.