

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

**Yüksek İrtifa da Çalışabilen Yük Hücresi Veri Transfer Sistemi Ürün
Geliştirme ve Seri Üretimi**



Danışman
Dr. Uğur TARÇIN
Ankara – 2025

1. SAHA İstanbul Yönetim Kurulu kararıyla, 2024-2025 eğitim döneminden itibaren SAHA AKADEMİ MBA katılımcılarına “Araştırma Projesi” hazırlama yükümlülüğü getirilmiştir. Bu uygulama; katılımcıların sektörel bilgi, stratejik düşünme ve akademik üretkenlik yetkinliklerini geliştirmeyi hedeflerken, savunma sanayii ekosistemine bilimsel katkıyı artırmayı amaçlamaktadır. Bu girişim, Türk savunma sanayii ekosisteminde bilimsel katkıyı artırmaya yönelik önemli bir adımdır.

2. 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.

3. Bu çalışma, [Mert KANTARCIOĞLU] tarafından hazırlanmıştır. Araştırma Projesi danışman tarafından değerlendirilmiş ve sunumu [25 Mayıs 2025] tarihinde 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	Pınar Erguvan Kaya (SAHA İstanbul Kurumsal İlişkiler Müdürü)	e-imzalıdır

(Formun aslı, imzalı olarak ilgili dosyada muhafaza edilmektedir.)

İÇİNDEKİLER

Özet	3
1. Teklif Konusu	3
2. Teklifin Kapsamı	3
3. Teklifin Amacı	4
4. Teklifin Maliyeti	5
5. Teslimat ve Zamanlama	6
6. Teklifin Özgünlüğü	7
7. Teklifin Sürdürülebilirliği	8
8. Garanti ve Destek Şartları:	8
9. Sonuç	8
10. Kaynakça	10



YÜKSEK İRTİFA DA ÇALIŞABİLEN YÜK HÜCRESİ VERİ TRANSFER SİSTEMİ ÜRÜN GELİŞTİRME VE SERİ ÜRETİMİ

(Öneri-Teklif)

Mert KANTARCIOĞLU

BTB Arge ve Mühendislik Çözümleri Ltd. Şti.

iletisim@btbarga.com

Özet

Bu teklif, Yük Hücresi Veri Toplama Sistemi (YHVTs) tasarımı, kalifikasyonu, sertifikasyonu ve üretimini kapsamaktadır. Proje süresince, müşteri ihtiyaçları doğrultusunda toplamda 8 set üretim gerçekleştirecek olup, bunların 1 seti tasarım doğrulama, kalan 7 seti ise seri üretim olarak teslim edilecektir.

1. Teklif Konusu

Yük Hücresi Veri Toplama Sistemi, 4 adet Yük Hücresi Okuma Kutusu ve 1 adet Yük Hücresi Haberleşme Kutusundan oluşmaktadır. Yük Hücresi Okuma Kutusu, kendisine bağlanan 4 adet sensörü besleyen, okuyan ve haberleşme arayüzüyle Yük Hücresi Haberleşme Kutusuna ileten birimdir. Yük Hücresi Haberleşme Kutusu ise 4 adet Yük Hücresi Okuma Kutusunun haberleşme arayüzünden iletilen verileri toplayan, birleştiren ve dış dünyaya ileten birimdir.

2. Teklifin Kapsamı

Yük Hücresi Veri Toplama Sistemi için Ürün Geliştirme ve Seri Üretim Hizmetleri sunulacaktır.

Ürün Geliştirme Hizmeti kapsamında aşağıdaki faaliyetler gerçekleştirilecektir.

- Proje Planlaması ve Yönetimi
- Sistem Mühendisliği, Gereksinim Belirleme ve Kavramsal Tasarım
- Ön, Kritik ve Detay Tasarım Tanımlama ve Raporlama
- Ön, Kritik ve Detay Tasarım Gözden Geçirme
- Prototip Üretimi

- Tasarım Doğrulama
- Seri Üretim Hizmeti kapsamında aşağıdaki faaliyetler gerçekleştirilecektir.
- Üretim Dokümanları Hazırlama
- Fiziksel Konfigürasyon Denetimi
- Üretim Süreçlerini ERP'ye Uyarlama
- Malzeme, Yarı Mamül ve Mamül Lot/Seri İzleme
- Üretim / Altyüklenici Planlama ve Yönetme
- Üretim / Altyüklenici Ara Denetimleri
- Seri Üretim Çevre Koşulları ile Eleme Testleri
- Fabrika Kabul Testleri

3. Teklifin Amacı

Projeye konu Yük Hücresi Veri toplama Sistemi ürünümüz yüksek irtifa hava platformlarında kullanılabilen fırlatma sırasındaki aerodinamik ve piroteknik yüklere ve askeri standartlara uygun yapıda tasarlanacaktır.

Sektörel ihtiyaçları ve teknolojik gelişmeleri yakından takip eden BTB Arge; önerilen proje ile savunma sanayi ana yüklenicilerinin yüksek irtifa hava platformları için yürüttüğü çalışmalarda ihtiyaçlarını yerli mühendislik altyapısı ve milli imkanlar ile karşılayabilecektir.

BTB Arge için de yüksek irtifada çalışma, aerodinamik ısınma koşulları, piroteknik şok ve titreşimlere uygun ürün geliştirme tecrübesi ve yetkinliği katacaktır.

Savunma sanayii alanında yapılan ikili ve çok uluslu iş birlikleri ülkeler arası ilişkilerde önem arz etmektedir. Politik durumlara göre değişiklik gösteren stratejiler sebebi ile savunma sanayinde kullanılan ve kritik derecede öneme sahip birçok sistem ve alt sistem için “ihracat kısıtları” söz konusudur. Çoğu savunma sanayi firmamız tarafından yurt dışından tedarik edilmekte olan ürünler için ederinin çok üzerinde bedeller ödenmekte ya da Azerbaycan gibi dost ülkelere ihracatının yasaklanması, KKTC’de kullanılmaması gibi kısıtlarla tedarik edilebilmektedir. Türk Silahlı Kuvvetleri ihtiyacı olarak Millî Savunma Bakanlığınca yurt dışından tedariki yapılan sistem ya da bileşenler için üçüncü ülkelere satış, hibe, devir ve benzeri işlemleri, satışı yapan ülkenin iznine tabi tutan Son Kullanıcı Belgesi’nin imzalanması gerekmektedir. Yurtdışından temin edilen bu alt sistemlerin kullanıldığı ürünlerin belli başlı

lkelerden satın alınabilmesi söz konusudur. Bu ülkelerden yapılan alımlarda son kullanıcı belgeleri, bazı dost ülkelere malzemenin takıldığı sistemin satışını engellemektedir. Bu seviyedeki kritik sistemler için ürünlerin yerlileştirilmesi ile bahsi geçen ihracat kısıtları ortadan kaldırılabilir.

4. Teklifin Maliyeti

Teklif maliyeti ve ödeme koşulları aşağıda belirtilmiştir.

SIRA NO	TEKLİF KALEMİ	MİKTAR	BİRİM FİYAT	TOPLAM FİYAT
1	Yük Hücresi Haberleşme Kutusu (Seri retim)	7 Adet	1.850 EUR	12.950 EUR
2	Yük Hücresi Okuma Kutusu (Seri retim)	28 Adet	1.590 EUR	44.520 EUR
3	Mühendislik, Tasarım/retim Doğrulama Altyapısı ve 1 Set Prototip	1 Set	27.800 EUR	27.800 EUR
4	Laboratuvar Testleri	1 Set	14.600 EUR	14.600 EUR
GENEL TOPLAM				99.870 EUR

Tablo.1

Teklif maliyet detayı aşağıda verilmiştir.

SIRA NO	TEKLİF DETAY KALEMLERİ	ORANI
1	Malzeme ve Hizmet Alımları	57,65 %
2	İşçilik (retim, Tasarım, Proje Yönetimi, Konfigürasyon Yönetimi, Kalite Yönetimi)	21,50 %
3	Finansal Giderler (Damga Vergisi, Mektup Komisyonu, Nakit Akış Maliyeti)	6,20 %
4	Kar	14,65 %
TOPLAM		100,00 %

Tablo.2

ÖDEME AŞAMALARI	KOŞUL	ÖDEME YÜZDESİ
AVANS	Sözleşmenin İmzalanması	%20
1. ÖDEME	Kritik Tasarım Gözden Geçirme Toplantısı (KTGGT) Sunuşları	%20
2. ÖDEME	Fonksiyonel Testler	%30
3. ÖDEME	Tasarım Doğrulama Sonuç Raporu	%30
4. ÖDEME	Teknik Veri Paketi	%20

Tablo.3

6. Teslimat ve Zamanlama

Teslimat kalemleri ve teslimat tarihleri aşağıda sunulmuştur.

TARİH	TESLİMAT KALEMİ	MİKTAR
T ₀	Siparişin İletilmesi	-
T ₀ + 3 Hafta	Sistem Tasarım Gözden Geçirme Toplantısı	-
T ₀ + 6 Hafta	Tasarım Doğrulama Planı	-
T ₀ + 8 Hafta	Yapısal, Dinamik ve Termal Analiz Sonuç Raporu Kritik Tasarım Gözden Geçirme Toplantısı	-
T ₀ + 9 Hafta	Katı Model ve Mekanik Teknik Çizimler Yazılım ve Donanım Mimari Tasarım Tanımlama Dokümanı (Mekanik, Elektriksel ve Haberleşme Arayüz Kontrol Doküman içerikleri Mimari Tasarım Tanımlama Dokümanı altında verilecektir.) Ürün Ağacı	-
T ₀ + 12 Hafta	Prototip Üretim	-
T ₀ + 13 Hafta	Tasarım Doğrulama / Fonksiyonel Testler	-
T ₀ + 18 Hafta	Tasarım Doğrulama Sonuç Raporu	-
T ₀ + 22 Hafta	Seri Üretim Kafile Kabul Test Prosedürü Kafile Kabul Test Sonuç Raporu Teknik Veri Paketi	7 Set

Tablo.4

Proje, siparişin iletilmesiyle başlar ve bu tarihten itibaren 22 Hafta sonra da sonlandırılır. Birim teslimatı Ankara ili sınırları içerisinde Müşterinin belirteceği adrese gerçekleştirilecektir.

6. Teklifin Özgünlüğü

Mevcut yerli çözümler endüstriyel olup askeri veya sivil yüksek irtifa platformlarında kullanmaya uygun değildir. Çözümler yurtdışından sağlanabilmektedir. Bu çözümler hem maliyetli hem de ambargo riski ile karşı karşıyadır.

Projede üretilecek sistem NASA-HDBK-4001¹, MIL-STD-810² ve MIL-STD-461³ standartlarına uygun tasarlanacak olup; aşağıdaki saha koşullarında çalışabilecektir.

- 16 Adete'e kadar istenilen yük bareminde 1mv/V ölçeğinde yük hücresi sensörü okuyabilecektir.
- Boyutları en fazla 100x100x70mm olacaktır. Ağırlığı en fazla 1,50 kg olacaktır.
- Azami güç tüketimi 0,50 Watt olacaktır. 22-34 VDC gerilim ile çalışabilecektir.
- Sensor verilerini telemetry sistemine RS-485 seri haberleşme kanalı ile iletecektir. Veri toplama Birimi ile Okuma birimleri de RS-485 seri haberleşme kanalı ile haberleşecektir.
- Çalışma ve Depolama Sıcaklığı -30C ile 120C arasında olabilecektir.
- Uçuş sırasında maruz kalacağı [10-3] Pa basınç altında görevini yerine getirebilecektir.
- Uçuş sırasında maruz kalacağı rastgele ve sinüs karakteristiğindeki titreşim altında performans gereksinimlerini yerine getirebilecektir. Titreşim profilleri tasarım aşamasında belirlenecektir.
- Karayolu, hava yolu ve deniz yoluyla taşıma koşullarından dolayı oluşan mekanik şok etkilerine dayanıklı olacaktır. Test profili tasarım aşamasında belirlenecektir.
- Uçuş sırasında maruz kalacağı piroteknik şok profiline karşı üç ekseninde dayanıklı olacaktır.

7. Teklifin Sürdürülebilirliği:

Tasarım sürecindeki dokümanlar CM2⁴ konfigürasyon yönetimi ilkeleri kapsamındaki değişiklik yöntemi kuralları uygulanarak tasarımcılardan bağımsız kurumsal düzeyde tasarımın sürdürülebilirliği sağlanacaktır.

¹ National Aeronautics and Space Administration. (2007). NASA-HDBK-4001: Guidelines for Designing and Implementing Spacecraft Ground Systems. NASA.

² ABD Savunma Bakanlığı. (2008). MIL-STD-810G: Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests. Department of Defense.

³ ABD Savunma Bakanlığı. (2015). MIL-STD-461G: Requirements for the Control of Electromagnetic Interference Characteristics of Subsystems and Equipment. Department of Defense.

Üretim sürecindeki hammadde ve hazır ürün tedarik sürdürülebilirliği için tasarım aşamasında kolay tedarik edilebilen hammadde ve hazır ürünler seçilmesine dikkat edilmiştir. Ayrıca 6 ayda bir eskime yönetimi süreci uygulanarak ihtiyaç duyulan hammadde ve hazır ürünlerin tedarik edilebilirlikleri kontrol edilecek, tedarik edilemeyen hammadde ve hazır ürün olması durumunda da tasarım değişiklik yönetimi uygulanacaktır.

8. Garanti ve Destek Şartları:

Garanti süresi malzeme ve işçilik hatalarına karşı fatura tarihinden itibaren 24 (yirmidört) aydır.

Ürünün arıza nedeni ile kullanılmadığı süreler garanti süresine eklenecektir.

Garanti süresince üretimden kaynaklanan her türlü hata, hasar ve sorunlar tarafımızca düzeltilenecektir.

En az 5 yıl boyunca parça desteği ve teknik destek sağlanacaktır.

9. Sonuç

Bu proje, yerli savunma sanayi açısından kritik öneme sahiptir. Özellikle uydu fırlatma sistemleri, yüksek irtifada uçan hava araçları ve balistik füzeler gibi stratejik platformlarda yapısal ölçümlerin hassas ve güvenilir bir şekilde gerçekleştirilmesi, sistemlerin performans takibi ve güvenli çalışması açısından vazgeçilmezdir. Bu kapsamda geliştirilecek olan yerli çözüm, dışa bağımlılığı azaltacak ve stratejik teknolojilerde milli kabiliyetleri artıracaktır.

Yurtdışından tedarik edilmek istenen benzer sistemlerin ambargoya tabi olması, yüksek maliyetli ve uzun teslimat süreli olması ya da teknik veri erişiminin kısıtlı olması gibi nedenlerle proje kapsamında yerli bir sistemin geliştirilmesi tercih edilmiştir. Bu doğrultuda, sistem tasarımı esnek ve modüler olacak şekilde kurgulanmış; ambargo, ihracat kısıtları veya bileşen tedarik sorunları karşısında alternatif çözümlere hızlıca geçilebilecek bir yapı öngörülmüştür. Gerekli durumlarda Tasarım Değişim Yönetimi (TDY) süreçleri işletilerek, ihtiyaçlara uygun şekilde güncellenebilecek altyapı oluşturulmuştur.

Bu sayede proje, sadece mevcut ihtiyaçlara değil, gelecekteki potansiyel tehdit ve kısıtlamalara karşı da dirençli hale getirilmiş; sürdürülebilirlik ve güvenilirlik ilkeleriyle yerli savunma ekosistemine uzun vadeli katkı sağlayacak bir çözüm ortaya konmuştur.

⁴ Institute of Configuration Management. (n.d.). CM2: Enterprise Configuration and Change Management. Institute of Configuration Management.



10. Kaynakça

National Aeronautics and Space Administration. (2007). *NASA-HDBK-4001: Guidelines for Designing and Implementing Spacecraft Ground Systems*. NASA

ABD Savunma Bakanlığı. (2008). MIL-STD-810G: Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests. Department of Defense.

ABD Savunma Bakanlığı. (2015). MIL-STD-461G: Requirements for the Control of Electromagnetic Interference Characteristics of Subsystems and Equipment. Department of Defense.

Institute of Configuration Management. (n.d.). *CM2: Enterprise Configuration and Change Management*. Institute of Configuration Management.

