

# GPS Destekli Ataletsel Navigasyon Teknolojisi Temelli Yer Ölçme ve İstikamet Tespit Sistemi

Murat EREN<sup>1</sup>, D.R. Levent GÜNER<sup>2</sup>

## Özet

Bu çalışmada, ASELSAN tarafından özgün tasarım olarak geliştirilen, fiber-optik ataletsel navigasyon sistemi ve açılı/mesafe ölçme sistemini birleştirerek, GPS'in karıştırıldığı/olmadığı ortamlar da dâhil olmak üzere her koşulda konum ve istikamet açısı bulabilen yer ölçme sisteminin tasarım felsefesi, özellikleri ve kabiliyetleri hakkında bilgiler verilmiştir. Bildiride Topçu Okulu ve Harita Genel Komutanlığı tesislerinde gerçekleştirilen konum ve istikamet test sonuçlarına da yer verilmiştir.

Türkiye ve yabancı ülkelerin yer ölçme birliklerinin ihtiyaç duyduğu yüksek hareket kabiliyetine ve ölçüm hızına sahip, dinamik muharebe şartlarına uygun yeni nesil topçu yer ölçme (koordinat ve istikamet bulma) sisteminin, sivil kullanıma yönelik olarak, hızlı ölçüm yapılmasını gerektiren durumlarda, GPS'in karıştırıldığı/olmadığı ortamlarda, tünel vb. inşaat çalışmalarında konum ve istikamet açısının belirlenmesinde, jeodezi çalışmalarında kullanılabileceği değerlendirilmektedir

## Anahtar Sözcükler

Navigasyon, Jeodezi, Kalman Filtresi, Tümlüşük GPS/ANS, Yer Ölçme

## Abstract

In this work, information is given about the design philosophy, specifications and the capabilities of the ASELSAN designed innovative, new generation survey system, which combines inertial navigation technology with optical angle-distance measurement device, in order to provide accurate position and azimuth information in all conditions, including environments where GPS is not available or jammed. Position and azimuth test results of the trials performed in Artillery School and General Command of Mapping are also given. It is believed that the new generation artillery survey system, which has been designed to meet the stringent survey requirements that the surveyors face with in the dynamic battlefield of 21st Century with its high mobility and very fast measurement capability, can also be used in civilian applications that require measurement of position and azimuth, in environments where GPS signals are not available such as tunnel construction, and in various geodesy applications.

## Key Words

Navigation, Geodesy, Kalman filter, INS/GPS, Surveying

## 1. Giriş

ASELSAN, yenilikçi tasarım anlayışı ile özellikle hava ve deniz platformlarında sıkça kullanılmakta olan ataletsel navigasyon teknolojisini, modern istikamet aktarma sistemi ile birleştirerek, arazide istenen noktaların konumunu, istikamet hatlarını bulan ve bu bilgileri ihtiyaç duyan tüm sistemlere aktaran bir sistem geliştirmiştir. "TARSUS Yer

ve İstikamet Tespit Sistemi" adı verilen bu sistem, sahip olduğu fiber optik dönüölçer (çayro-gyroscope) teknolojisine dayalı ataletsel navigasyon sistemi ve yenilikçi tasarımı ile dünyadaki en hızlı, modern, askeri uygulamaların yanı sıra haritacılık, tapu kadastro gibi sivil uygulamalara yönelik kullanım alanları da bulunan, çift maksatlı konum bulma ve istikamet aktarma sistemidir.

ASELSAN tarafından özgün bir fikir olarak tasarlanan TARSUS, Türk Silahlı Kuvvetleri'ne ait kara birliklerinin tüm muharip ve destek unsurlarının, ateş destek silah ve hedef tespit sistemlerinin, en kısa sürede mevzilenme, hedefin yerini yüksek doğrulukta tespit etme ve ateş altına alma görevlerini yerine getirebilmelerini sağlamaya yönelik ihtiyacın karşılanabilmesi için geliştirilmiştir.

Sistemin kullanıma alınması ile; muharebe sahasında ortak bir koordinat sisteminin oluşturulması, çok hassas konum bilgisi sağlayan noktaların tespit edilmesi, sensörler ve sistemler için gerekli konum ve istikamet açılarının belirlenmesi, silah sistemleri veya özel maksatlı görev araçlarının konum ve istikamet açılarının tespiti ve yönlendirilmesi (tevcih) eskiden kullanılan yöntemlere kıyasla çok daha hızlı ve etkin bir şekilde yapılmaktadır. Şekil 1'de Türk Silahlı Kuvvetleri Envanterinde bulunan Land Rover aracına entegre edilmiş olan yer ve istikamet tespit sistemi görülmektedir.



Şekil 1: Kara Kuvvetleri envanterindeki Yer ve İstikamet Tespit Sistemi

Tasarım konsepti itibarıyla dünyadaki ilk fiber optik dönüölçerli entegre yer ölçme ve istikamet aktarma sistemi olan TARSUS'un tüm konsept tasarım ve geliştirme çalışmaları ASELSAN tarafından ülkemizde gerçekleştirilmiştir. Halen dünyadaki belli başlı orduların

<sup>1</sup>Dr, Müdür., Seyrüsefer ve Güdüm Sistemleri Tasarım Müdürlüğü, ASELSAN A.Ş. Ankara

<sup>2</sup>Havacılık Müh., Y.L. Kd. Uzman Müh., Seyrüsefer ve Güdüm Sistemleri Tasarım Müdürlüğü, ASELSAN A.Ş. Ankara

envanterine girmiş eşdeğer kabiliyette sistem bulunmamaktadır.

## 2. Tasarım Felsefesi

TARSUS yer ve istikamet tespit sisteminin tasarımı ve üretimi ile sonuçlanan süreci başlatan yaratıcı fikir, ataletsel navigasyon teknolojisi ile açı ve mesafe ölçme sistemi teknolojilerinin birleştirilerek konum ve istikamet açısı bulma maksadıyla kullanılmasını içermektedir. Bu anlamda yaratıcı fikir daha önce başka amaçlarla kullanılan iki teknolojinin birleştirilerek yeni bir alana uygulanmasını kapsamaktadır.

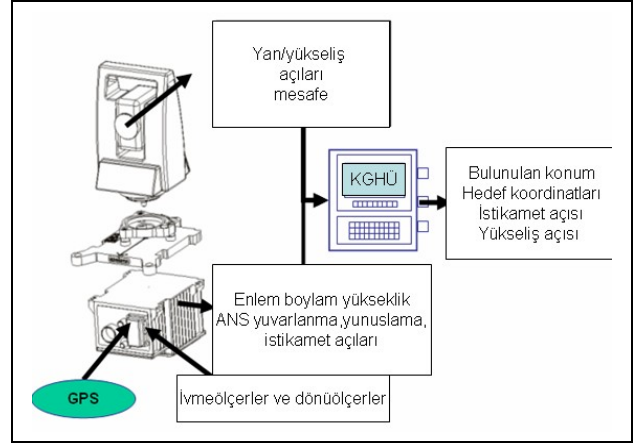
Ataletsel navigasyon sistemleri kara, hava ve deniz araçlarında seyrişer maksatlı olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır. Açı ve mesafe ölçen cihazlar ise haritacılık, inşaat sektörü ve askeri alanda kullanılan sistemlerdir.

ASELSAN, bu iki teknolojinin üstün yanlarını kullanan ve bu özellikleri "yer ölçme" alanında konum ve istikamet bulma amacıyla harmanlayan yeni bir sistem konsepti geliştirmiştir.

TARSUS sistemini diğer yer ölçme sistemlerinden farklı kılan en önemli ayrıcalık, statik kuzey bulucu dönüölçer-teodolit sistemleri ile dinamik konum bulucu dönüölçer sistemlerinin üstün özelliklerini bir araya getiren özgün bir tasarım olmasıdır. Bu yenilikçi tasarım sayesinde yer ölçme birlikleri, 21. yüzyılın dinamik muharebe şartları ile bağdaşmayan zaman alıcı ölçümlere ihtiyaç duymaksızın çok hızlı, hassas, mobil bir yer ölçme ve istikamet tespit vasıtasına kavuşmuştur.

## 3. Sistemin Çalışma Prensibi

Sistem, sahip olduğu fiber optik ataletsel navigasyon sistemi sayesinde bulunduğu noktanın koordinatlarını çok hassas bir şekilde bulabilmektedir. Sisteme entegre edilen mesafe ölçme kabiliyetli sayısal teodolitten gelen iki eksendeki açılar ve mesafe ile ataletsel navigasyon sisteminden gelen konum/açı bilgilerinin işlenmesi neticesinde nişan alınan noktanın koordinatları, bakılan hattın istikamet açısı otomatik olarak hesaplanarak kullanıcıya gösterilmektedir. Sistemin çalışma yapısı Şekil 2'de verilmiştir.

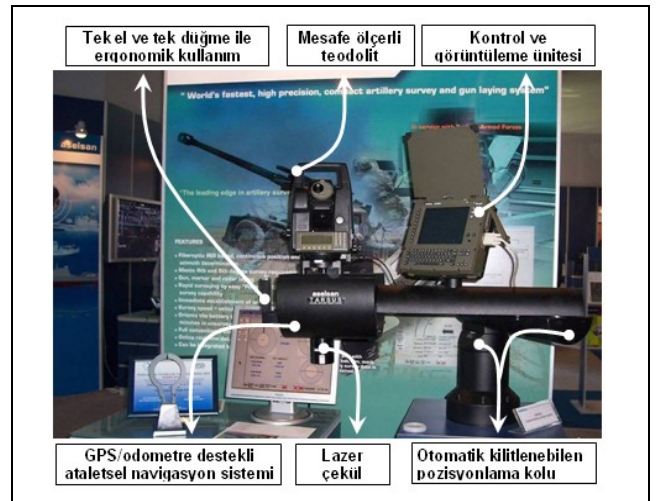


Şekil 2: Sistemin Çalışma Prensibi

Teodolit ve ataletsel navigasyon sisteminin monte edildiği konumlama kolu ve lazer çekül sistemi, konumu bilinen veya ölçüm yapılacak noktanın üzerine çok hassas olarak yerleşmeyi sağlamaktadır. Sistemdeki sayısal harita destekli kontrol görüntüleme haberleşme birimi, ASELSAN tarafından geliştirilen tüm yer ölçme yazılımlarını içermektedir. Odometre ve GPS desteğine de sahip olan ataletsel navigasyon teknolojisi sayesinde sistem, elektronik harp ortamı da dâhil her koşulda kesintisiz ve hassas konum/istikamet bulmayı sağlamaktadır.

## 4. Sistemin Bileşenleri

Sistemi oluşturan alt birimler interferometrik fiber optik ataletsel navigasyon sistemi, mesafe ölçme kabiliyetli entegre sayısal teodolit, hassas ayar plakası, konumlama kolu, GPS anteni, odometre arayüz birimi, yer ölçme algoritmalarının çalıştığı kontrol görüntüleme haberleşme birimi (KGHÜ), lazer çekül ve ölçüm aksesuarlarından oluşmaktadır (Şekil 3). Sistem sayısal haberleşme kabiliyeti sağlayan frekans atlamalı telsizler ve sayısal harita desteği ile gerçek zamanlı veri haberleşmesi yapabilme ve taktik resim oluşturma / alma kabiliyetine sahiptir.



Şekil 3: Sistemin Bileşenleri

## 5. Sistemin Kabiliyetleri

Sistem, navigasyon ve yer ölçme gibi iki ayrı konsepti birleştirmektedir. Hem navigasyon yardımcısı hem de ölçüm aleti olarak kullanılabilir. Navigasyon esnasında rota planlaması yapılabilir, araç şoförüne grafiksel olarak gideceği yön, rota bilgisi, tahmini varış süresi ve kalan mesafe gibi bilgiler gösterilmektedir.

TARSUS sistemi şu ana kadar geliştirilmiş tüm teodolit ve dönüölçer teodolit sistemlerinin aksine yere paralelleme ihtiyacı duymaz. Sistemin yuvarlanma ve yunuslama açıları ataletsel navigasyon sistemi tarafından devamlı olarak hesaplandığı için her istasyonda 5 dakika süren tesviye işlemine gerek kalmaz. Operasyon hızı artar. Bu süre, zamanın hayati öneme sahip olduğu topçu ateşi konusunda personelin bekası için çok önemlidir.

TARSUS görevdeyken konum ve açı bilgilerini devamlı olarak (saniyede 500 defa) hesaplamakta ve kullanıcıya göstermektedir. Ölçüm yapmak için beklemek gerekmez.

Durulan nokta yer ölçme kontrol noktası, bakılan yön istikamet açısıdır. Sistem konum bulma işlemi anında gerçekleştirir. (Araç durdurularak bir düğmeye basılır, konum bilgisi kaydedilir.) Konum ve istikamet açısı gerektiren YÖKN tesisi, top tevcihi gibi uygulamalarda araç durur, arka kapak açılarak kol istenen noktanın üzerine getirilir. Teodolit ile istenen noktaya nişan alınır ve bir düğmeye basılarak ölçüm tamamlanır. Tüm bu işlemler 1 dakikadan az zaman almaktadır.

TARSUS sistemi diğer sistemlerin aksine araca entegre edilmiş halde ya da üçayak üzerinde kullanılabilir bir tasarıma sahiptir.

Araç entegrasyonu sayesinde, GPS ve odometre destekli ataletsel navigasyon ile her koşulda hassas ölçüm kabiliyeti, navigasyon maksatlı kullanım (rota planlaması, etkin seyrüsefer), kullanım kolaylığı (tüm sistem ağırlığı araç tarafından taşınmakta), hızlı ve dinamik yer ölçmesi (kurma toplama zamanı yok, ölçüm görev hızı aracın hızı ile sınırlı), gibi faydalar sağlanmıştır.

Daha önce farklı sistemler tarafından karşılanan yer ölçme ve silah yönlendirme görevlerini tek başına yerine getirebilmektedir.

TARSUS, komuta kontrol sistemi ile gerçek zamanlı olarak veri ve ses haberleşmesi yaparak taktik resim oluşturma/alma, etkin rota ve görev planlaması yapabileceği gibi 21. yüzyılın bilgiye dayalı savaş alanında gerekli en önemli özellikleri bünyesinde toplamaktadır.

TARSUS sistemi diğer yer ölçme sistemlerinin aksine muhtelif araçlara entegre edilebilen bir sistemdir. Böylece değişik koşullarda görev yapabileceği artmaktadır.

Ölçümler “nişan al ve ölç” kabiliyeti ile tek tuşa basılarak anında yapılabilir.

TARSUS sistemi, navigasyon, yer ölçme ve haberleşme maksatlı kullanıcı arayüzlerini ihtiva etmektedir. Kullanıcıyı adım adım yönlendiren menüler yer ölçme faaliyetlerinin asgari eğitim gereksinimi ile yapılmasını

sağlamaktadır. Tüm komutlar fonksiyon tuşları, tab tuşu, veya iz topu ile verilebilmektedir. İşlemlerin hızlı gerçekleştirilmesi amacıyla yazılımın işleyişi birinci öncelik fonksiyon tuşlarında olacak şekilde tasarlanmıştır. Tüm menülerde ana menüye ve mevcut işlemle ilişkili diğer menülere geçiş için kısa yollar fonksiyon tuşları aracılığıyla tanımlanmıştır. Kullanıcı tarafından klavye ile bilgi girişi yapılan alanlara yanlış bilgilerin girilmesi basamak kontrolü, harf/rakam kontrolü gibi yöntemlerle asgariye indirilmiştir. Mantıklı olmayan rakam girişleri engellenmiştir. İleri istasyona yapılan mesafe ölçümünün ardından teodolitin bakış hattında çarpma, sarsıntı gibi bir nedenle sapma meydana gelmesi durumunda sistem ölçümün kaydedilmesine izin vermemektedir.

## 6. Ölçüm Sonuçlarından Örnekler

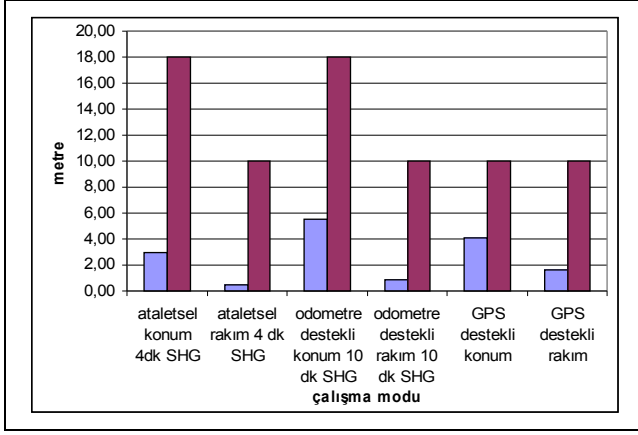
Tablo 1’de ASELSAN tesislerinde gerçekleştirilen istikamet açısı tespit testlerine ait sonuçlar görülmektedir. Bu testlerde sistemin desteksiz ataletsel çalışma modunda istikamet açısı doğruluğu kontrol edilmiştir. Sistem, 4. derece doğrulukta bir yer ölçme kontrol noktasında ilklendirilmiş ve 10 dakikada bir sıfır hız güncelleme yapılarak toplam 20 dakika seyir yapılmış, seyrin sonunda yer ölçme kontrol noktasına yerleşilerek tevcih hattına nişan alınmış ve Tablo 1’ de milyem açı birimi cinsinden verilen sonuçlar alınmıştır. Elde edilen istikamet açısı hassasiyetleri teknik isterlerin üzerindedir.

Tablo 1: 10 dakikada bir sıfır hız güncelleme yapılarak ataletsel ölçüm modunda istikamet açısı hassasiyeti testi

navigasyon modu: ataletsel / 10 dk da bir SHG			
IA(mil)	bilinen IA	ölçülen IA	fark
test-1	1072,962	1072,794	0,168
test-2	1072,962	1072,564	0,398
test-3	1072,962	1073,017	-0,055
		RMS	0.251 mil

ADOP projesi teslimatları kapsamında yapılan kabul muayene testlerinde elde edilen sonuçlar ve kabul muayene isterleri Tablo 2’de verilmiştir. Tabloda yatay konum hataları CEP (dairesel hata olasılığı) ve dikey konum hataları PE (olası hata) cinsinden verilmiştir. Verilen sonuçlar, sistemin istenenden çok daha hassas bir şekilde konum, rakım ve yönelim tespiti yapabildiğini göstermektedir. (MIL-PRF-71182, KKK 2001)

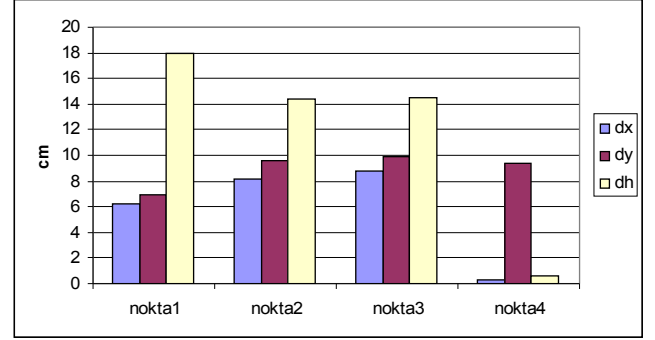
Tablo 2: ADOP 2000 Kabul Muayene Testleri-Polatlı Ankara



Harita Genel Komutanlığı Bilkent tesislerinde yapılan denemelerde sistemin yerleşkede bulunan 4 adet yer ölçme kontrol noktası üzerinde konum hassasiyeti ölçümleri yapılmıştır. Ölçümlerde sistemin sadece ataletsel modda konum/rakım performansı ve GPS destekli konum/rakım performansları incelenmiştir. Yapılan ölçümlerde sağ, Tablo 4: Benzer sistemler ile karşılaştırma

yukarı ve rakım değerleri ile YÖKN değerleri arasındaki farklar tüm noktalar için +/-20 cm içinde kalmıştır. (Tablo 3)

Tablo 3: Harita Genel Komutanlığı'ndaki konum testleri



## 7. Benzer Sistemler ile Karşılaştırma

Özellikler	TARSUS	PADS	GLPS	Klasik sistemler- Total Station	Total Station+GPS	Hassas Sarkaçlı cayro teodolit
kullanım alanı	askeri /sivil	askeri	askeri	askeri/sivil	sivil	sivil
Çalışma modları	ataletsel, GPS destekli, odometre destekli	askeri	askeri	ilgili değil	ilgili değil	ataletsel,sarkaçlı cayro
Dönüölçer iki arıza arası zaman değeri MTBF	>20.000 saat	<200 saat	tahmini~5.000 saat sarkaçlı cayro	ilgili değil	ilgili değil	tahmini~5.000 saat sarkaçlı cayro
sistemin verdiği çıktılar	yalpa,yunuslama açıları,istikamet açısı,bulunulan konum,hedef konumu,yükseliş açısı,açısalsal değişimler	yalpa,yunuslama açıları,istikamet açısı,açısalsal değişimler	enlem bilgisi dışarıdan girildiğinde istikamet açısı	bilinen kuzey açısından faydalanıldığında,i stikamet açısı,yükseliş açısı	Bulunulan konum,hedef konumu,bilinen kuzey açısından faydalanıldığında,i stikamet açısı,yükseliş açısı	enlem bilgisi dışarıdan girildiğinde istikamet açısı
çıktıların verilme şekli	100 Hz de devamlı	devamlı	ölçüm sonucunda	ölçüm sonucunda	konum devamlı açılar ölçüm sonucuda	ölçüm sonucunda
dinamik yer ölçme kabiliyeti	çok hızlı, aracın hızına eşit	orta hızda 5 veya 10 dk'da bir durarak	yok	yok	yok	yok
Açı ölçümü için sistemi yere paralel hale getirme ihtiyacı	gerek yok	Harici teodolit için gerekli	gerekli	gerekli	gerekli	gerekli
İlk başlatma süresi	iki mod, 15 dakika veya 30 saniye	30 dakika	Her istasyonda kurulum sonrası 4 dakika	ilgili değil	ilgili değil	Her istasyonda kurulum sonrası 10 dakika
Sistemin ölçüm yapacağı noktada konum ve açı ölçümünü tamamlama süresi	<1 dakika	15-20 dakika	<14 dakika	~10-15 dakika	~10-15 dakika	~15 dakika
Konum belirleme süresi	anında	anında	GPS ten konum alır. GPS karıştırılırsa konum bulamaz	Bilinen noktanın taşınması, ölçüm bölgesinin boyuna göre saatte 2 km hız ile	anında	konum belirleyemez
Odometre desteği	var	yok	yok	yok	yok	yok
GPS desteği	var	yok	var	yok	var	yok
Açı aktarma metodu ve kolaylığı	entegre teodolit ile anında	harici teodolit ile 15 dakika	entegre teodolit ile anında	teodolit ile anında	teodolit ile anında	entegre teodolit ile anında
GPS'e bağımlılık	GPS'ten bağımsız olarak her koşulda görev yeteneği	GPS'ten bağımsız olarak her koşulda görev yeteneği	Bilinen noktalar kullanılır.	Bilinen noktalar kullanılır.	Bilinen noktalar kullanılır.	Bilinen noktalar kullanılır.
Herhangi bir araca entegre edilebilme kabiliyeti	mevcut	yok	yok, üç ayak üzerinde çalışır.	yok, üç ayak üzerinde çalışır.	yok, üç ayak üzerinde çalışır.	yok, üç ayak üzerinde çalışır.
Kullanım kolaylığı	kolay, araca monteli, kurulum ve taşıma problemi yok	zor, açı aktarmak için harici teodolit gerekli	zor, tripod üzerinde çalışma	zor, tripod üzerinde çalışma	zor, tripod üzerinde çalışma	zor, tripod üzerinde çalışma
görev süresi limiti	sınırsız	7 saat	ilgili değil	ilgili değil	ilgili değil	ilgili değil
görev menzili limiti	sınırsız	55 km	ilgili değil	ilgili değil	ilgili değil	ilgili değil
fiyat aralığı (1 en düşük-7 en yüksek)	5	7	5	1	2	7

Dünya üzerindeki yer ölçme sistemleri incelendiğinde askeri maksatla kullanılan sistemlerin, klasik yer ölçme sistemleri, sarkaçlı cayro teodolit sistemleri ve ataletsel sistemler olduğu görülmüştür (US-ARMY 2002, KKT 6-2 2002). GPS düşük sinyal gücü nedeniyle savaş alanında düşman tarafından karıştırılacak ilk sistem olduğu için askeri yer ölçme uygulamalarında tek başına konum referansı olarak kullanılmaz. GPS'in istikamet açısı hassasiyetleri de topçunun ihtiyaç duyduğu hassasiyetleri karşılamaktan uzaktır. Sivil alanda ise konum hassasiyetleri DGPS ve RTK düzeltme sistemlerinin sayesinde oldukça artmıştır. GPS ile 10 metre civarında olan konum hassasiyetleri DGPS ile metre seviyesine, RTK düzeltmeleri ile de santimetreler seviyesine inebilmektedir. İstikamet açısı bulan sistemler ise genellikle sarkaçlı cayro tipinde olup, ilk konum bilgilerini GPS ya da bilinen noktalardan alarak kuzeyle yaptıkları açıyı bulabilmektedirler. Bu tip sistemler hassas sonuçlar verebilmekle birlikte her istasyonda kurma toplama zamanı, ölçüm zamanı gibi yavaşlatıcı faktörlere sahiptir. Ayrıca GPS'in olmadığı durumlarda GPS, DGPS ve RTK ile konum bulunamaz.

Tablo 4'de sistemin özellikleri dünya üzerindeki belli başlı askeri ve sivil yer ölçme sistemleri ile karşılaştırılmıştır. Sistem çok hızlı dinamik yer ölçmesi yapabilmektedir. Araca monteli olduğu için kurma toplama zamanları 1 dakikadan azdır. Konum ve istikamet bilgisi ataletsel navigasyon sistemi sayesinde devamlı olarak kullanıcıya sunulmaktadır. Klasik metotların aksine bilinen nokta bilgisini taşıyarak ilerlemek zorunda değildir. Durduğu yer istenen konum, baktığı yer istikamet açısı referansıdır. GPS desteği varken ölçüm hızı aracın hareket kabiliyeti dışında bir kısıtlamaya tabi değildir. GPS karıştırıldığında veya olmadığında odometre desteği ile saatte bir kez durarak görev icra edebilir. Odometre arızası durumunda sıfır hız güncellemesi yaparak hassasiyetten taviz vermeksizin görev icra edebilir. Eğim açıları ataletsel navigasyon sistemi tarafından ölçülerek gerekli düzeltme otomatik olarak yapıldığı için yere paralelleme (tesviye) ihtiyacı yoktur.

## 8. Sonuç ve Değerlendirme

GPS ve odometre destekli ataletsel navigasyon teknolojisi ile modern açı/mesafe ölçüm sisteminin yenilikçi bir

anlayışla bir araya getirilmesi sonucu oluşan yeni nesil yer ölçme sisteminin Türkiye'de özgün kavram olarak tasarlanması ve geliştirilmesi sayesinde, ordumuzun ihtiyaç duyduğu son derece kritik sistemlerden biri olan yer ölçme sistemi ihtiyacı milli imkânlarla karşılanmış, uluslararası niteliklere sahip milli bir çözüm oluşturulmuştur. Kendi üzerinde konum/istikamet bulma sistemi bulunmayan ateş destek unsurlarımız, sistemin envantere girmesinden önce bir mevziden diğerine gidebilmek için eski nesil yer ölçme birliğinin teodolitlerle saatlerce ölçüm yaparak yeni mevzi için konum ve istikamet referansı bulmasını beklemek zorundaydı. Bu da birliklerin yerlerinin tespit edilme olasılığını arttırmaktaydı. Sistem sayesinde ateş destek unsurlarımız istedikleri mevziye istedikleri anda yerleşebilmekte ve etkin ateş desteği sağlayabilmektedir.

TARSUS sistemi ile kara kuvvetlerimizin yer ölçme birliklerinin operasyonel etkinliği önemli ölçüde artırılmış, mevcut topçu bataryalarından daha verimli bir şekilde yararlanılması sağlanmıştır. Savaş şartlarında çok değerli olan zamanın etkin biçimde kullanımı ile dinamik muharebe imkânına kavuşulmuştur.

Sistemin sahip olduğu, çok hızlı konum ve istikamet açısı bulabilme, mobil bir sistem olma, kullanıcı dostu kapsamlı yer ölçme yazılımı, ölçüm yapabilmek için yere paralel hale getirmeye ihtiyaç duymama, GPS'in kesildiği/olmadığı durumlarda konum ve istikamet referansını doğrulukla tesis etme yeteneklerinin tünel inşaatı vb. sivil uygulamalarda, kadastro ve diğer jeodezi uygulamalarında da kullanılabilmesi değerlendirilmektedir.

## Teşekkür

Yazarlar yapılan konum testlerdeki desteği için Harita Genel Komutanlığı'na teşekkür eder.

## Kaynaklar

- US ARMY: **The Field Artillery Positioning And Navigation Master Plan**, Field Artillery School, Fort Sill, Oklahoma, 2002.
- KKT 6-2, **Sahra Topçusu Yer Ölçmesi**, T.C.Genelkurmay Başkanlığı, KKK, Ankara, 2002.
- MIL-PRF-71185, **Performance Specification, Dynamic Reference Unit Hybrid (DRUH)**, , 30 Temmuz 1999.
- KKK ADOP-2000 Projesi.Teknik Şartnamesi, KKKTEKŞ-A-584A, 2001.