

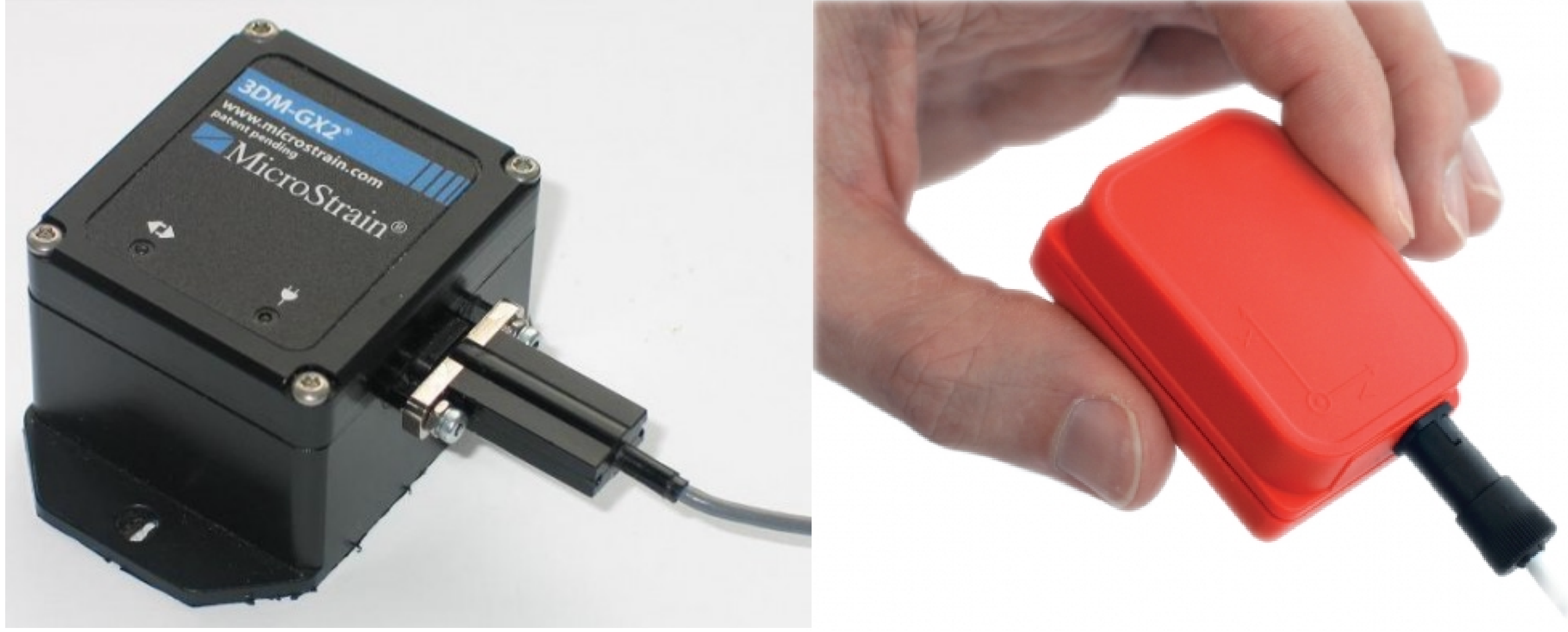
EYLEMSİZLİK DUYUCU ÜNİTELERİNİN DETERMİNİSTİK HATALARININ MODELLENMESİ

Görkem Seçer, Billur Barshan
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü
Bilkent Üniversitesi



Problemin tanımı

•iki farklı düşük maliyetli eylemsizlik duyucu ünitesinin (bkz. Şekil 1) yalnız başına kullanıldığında yöngüdümlü performansının artırılabilmesi için ölçümlerinde bulunan hataların karakterize edilmesi ve karşılaştırılması



Şekil 1. Microstrain 3DM-GX2 (solda) ve Xsens MTx (sağda) eylemsizlik duyucu üniteleri

Sensör hata modeli

•Duyucuların ölçümlerinde bulunan tipik hatalar: yanlışlık hatası ($b_{3 \times 1}$), ölçekleme katsayısı hatası ($S_{3 \times 3}$) ve hizalama hatalarıdır ($C_{p_{3 \times 3}}^s$ ve $C_{b_{3 \times 3}}^p$) [1].

$$\hat{x}_m = (I + S)TC_{p_{3 \times 3}}^s C_{b_{3 \times 3}}^p x + \hat{b} + \hat{h}$$

→ Ölçüm gürültüsü
→ İdeal ölçüm
→ Duyucu ölçümü

Hata modellenmesinde kullanılan yöntemler

Klasik yöntemler [1]

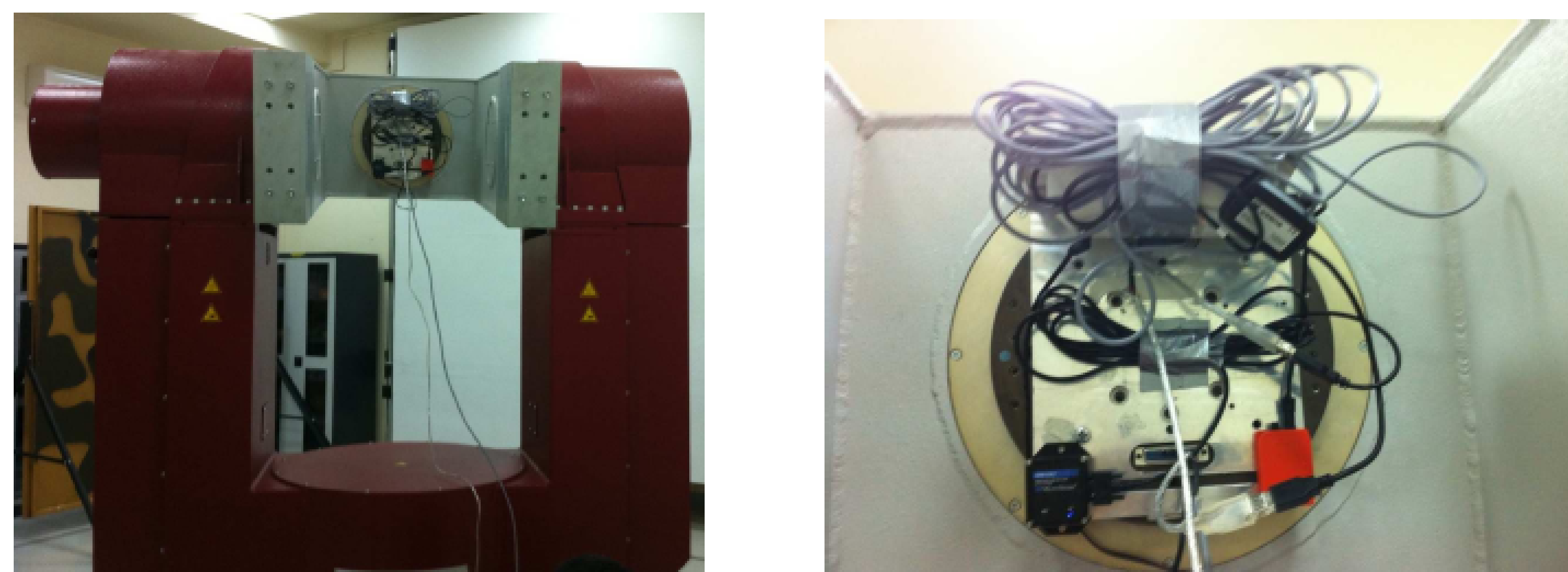
- Gerçek uygulamadan önce
- Referans sinyaller uygulanması
- Yüksek maliyet
- Basit parametre tanıma algoritmaları

Yeni nesil yöntemler [2]

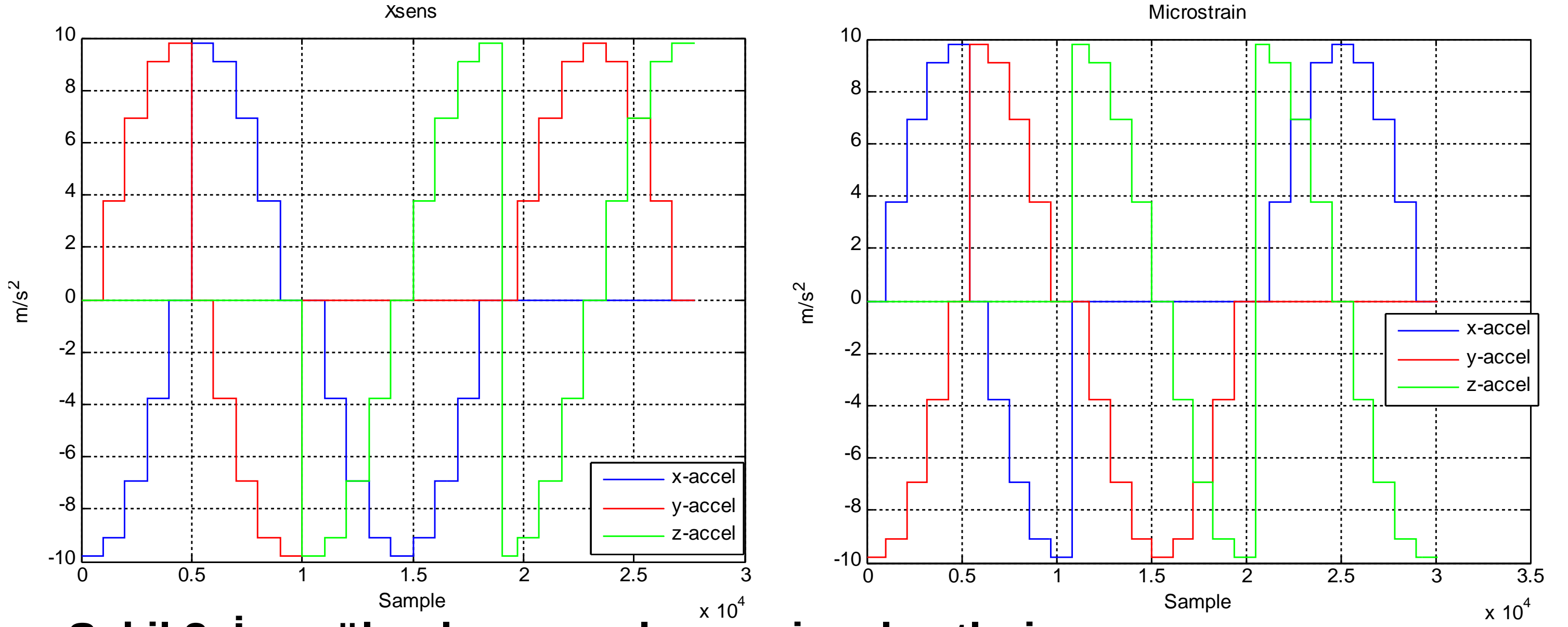
- Gerçek uygulama sırasında yada öncesinde
- Duyucuların el ile hareket ettirilmesi
- Ucuz
- Karmaşık parametre tanıma algoritmaları

Yapılan testler

•Üniteler Acutronics firmasının 3 eksenli uçuş hareket simülatörüne (UHS) (bkz. Şekil 2) takılmış ve UHS belirli açısız pozisyonlarda bir süre boyunca konumlandırılarak veri toplanmıştır (bkz. Şekil 3).



Şekil 2. UHS'ye monte edilmiş üniteler



Şekil 3. İvmeölçerlere uygulanan sinyal setleri

Önerilen yöntem

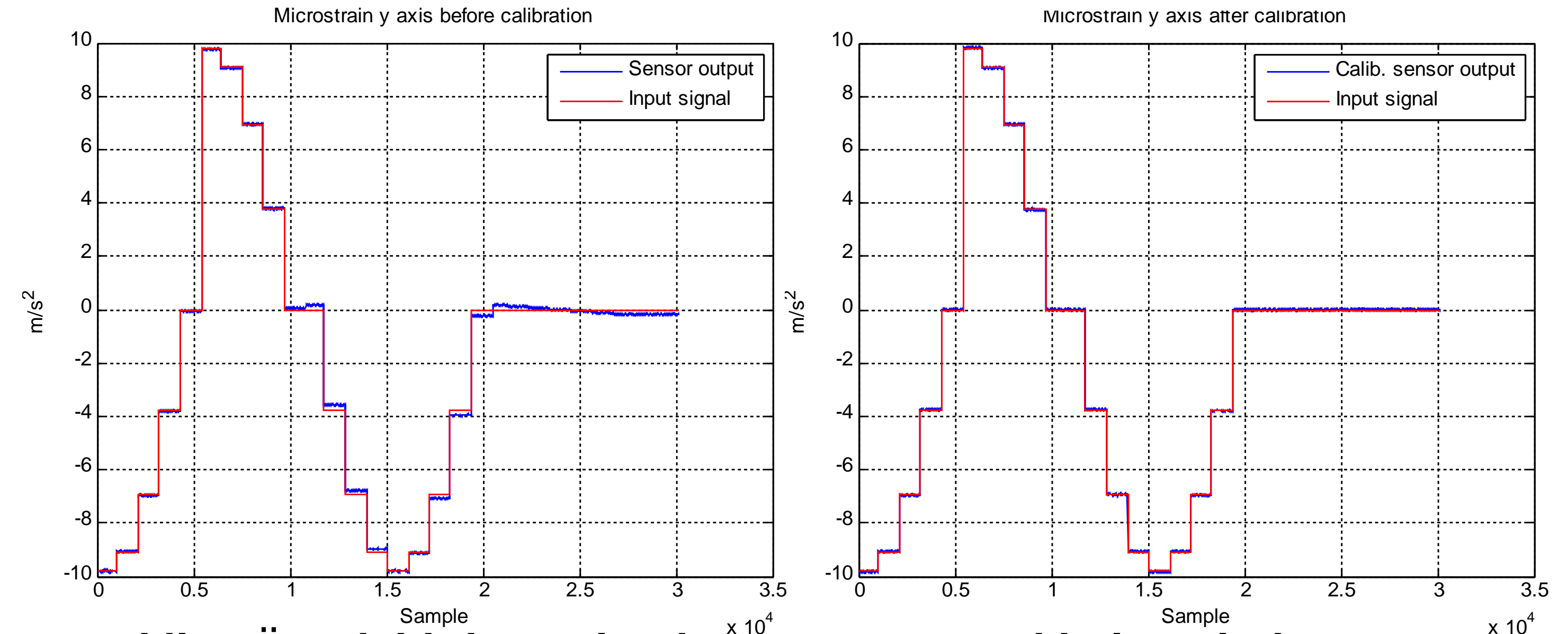
İvmeölçer:

- hata= \sum (ölçülmesi gereken yerçekimi ivmesi – kalibre edilmiş duyucu ölçümleri)
- en küçükleme: **Levenberg- Marquardt algoritması** [3].

•**Dönüölçer:** Anlık açısız hız bilgisi bulunmadığı için farklı bir hata fonksiyonu ve en küçükleme algoritması

- hata= \sum (gerçekleştirilen açısız pozisyon – kalibre edilmiş duyucu ölçümlerine göre hesaplanan açısız pozisyon)
- En küçükleme: **parçacık sürü optimizasyonu** [4]

Deneyisel sonuçlar



Şekil 4. Örnek bir ivmeölçerin önce ve sonraki ölçümleri

	Microstrain		Xsens	
	İvmeölçer	Dönüölçer	İvmeölçer	Dönüölçer
Kalib. öncesi	60.17	12.09	22.34	16.91
Kalib. sonrası	9.30	0.64	7.56	0.68

Şekil 4. Örnek bir ivmeölçerin önce ve sonraki ölçümleri

Sonuç

•Referans açısız hız bilgisi olmadığı için önerilen algoritmanın başarılı olduğu görülmüştür. Bu algoritma yeni nesil yöntemlerle kullanılabilir.

Karşılaştırma:

- İvmeölçer: Xsens çok daha iyi
- Dönüölçer: Microstrain biraz daha iyi

Kaynakça

1. IEEE, "IEEE Std. 952-1997 Standart Specification Format Guide and Test Procedure for Single-Axis Interferometric Fiber Optic Gyros," 2008.
2. Fong, W. T., Ong, S. K. and Nee, A. Y. C., "Methods for in-field user calibration of an inertial measurement unit without external equipment", Measurement Science and Technology, 19(8): 2980-2988, 2008.
3. More, J. J., "The Levenberg-Marquardt algorithm: Implementation and theory", Lecture Notes in Mathematics, 630: 105-116, 1978.
4. Kennedy, J., "Particle swarm optimization", IEEE International Conference on Neural Networks, 4: 1942-1948, November/December 1995.