

NOKTA BULUTU SİNERJİSİNİN ÖLÇÜM KALİTESİNE DRAMATİK KATKISI

Ayduygu SEVİNÇ

ÖZET

Bu bildiride nokta bulutu oluşturan geometrik tarama sistemlerinin otomobil gövde ölçümündeki uygulamasında karşılaştığımız ve tanımladığımız: nokta bulutunun hem zamansal hem de konumsal yoğunluğunun yarattığı sinerjinin ölçüm kalitesini nasıl beklenmedik şekilde iyileştirdiği anlatılacaktır.

GİRİŞ

Otomobil gövde geometrik kalitesini ölçmekte kullanılan konvansiyonel denebilecek dokunarak (tactile) ölçüm tezgâhları (CMM) 15 yıldır TOFAŞ' ta kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra aşağıda belirtilen kronolojiye paralel olarak optik ölçme prensibine dayalı tarama (scanning) ölçüm cihazları gittikçe hızlanan bir gelişim göstermiştir.

1999..... optik sistemlerin hassasiyeti otomobil gövde geometri ölçümü için yetersiz
2005..... optik yüzey ölçümlerinin hassasiyeti 200 mikrona indi
2007..... optik kontur ve delik ölçümlerinin hassasiyeti 200 mikrona indi
2008 Ocak yazılım ölçüm ve raporlamada full otomasyon sağlayabilir oldu

Optik sistemlerin hassasiyet kabiliyeti yeterli hale gelince TOFAŞ' ta konuyu analiz çalışmaları hızlanmış ve çeşitli optik sistemler devreye alınıp kullanılmaya bir yandan bunların üzerinde gereken Ölçüm Sistem Analizi (MSA) çalışmaları yapılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmalar eğer ölçüm metodolojisi, nokta bulutunun konumsal sıklığını kullanacak bir şekilde oluşturulursa ölçüm kalitesinin cihaz speklerinden daha yüksek bir performans gösterdiğini; buna ek olarak nokta bulutunun zamansal sıklığının ölçümün zemin titreşiminden etkilenmemesini sağladığını ortaya çıkarmıştır.

KONUMSAL SİNERJİ

Tarama işlemi bize parça geometrisi üzerinde çok sık ölçüm noktası elde etmek imkanı verir. Dokunarak ölçme ile karşılaştığımızda örneğin:

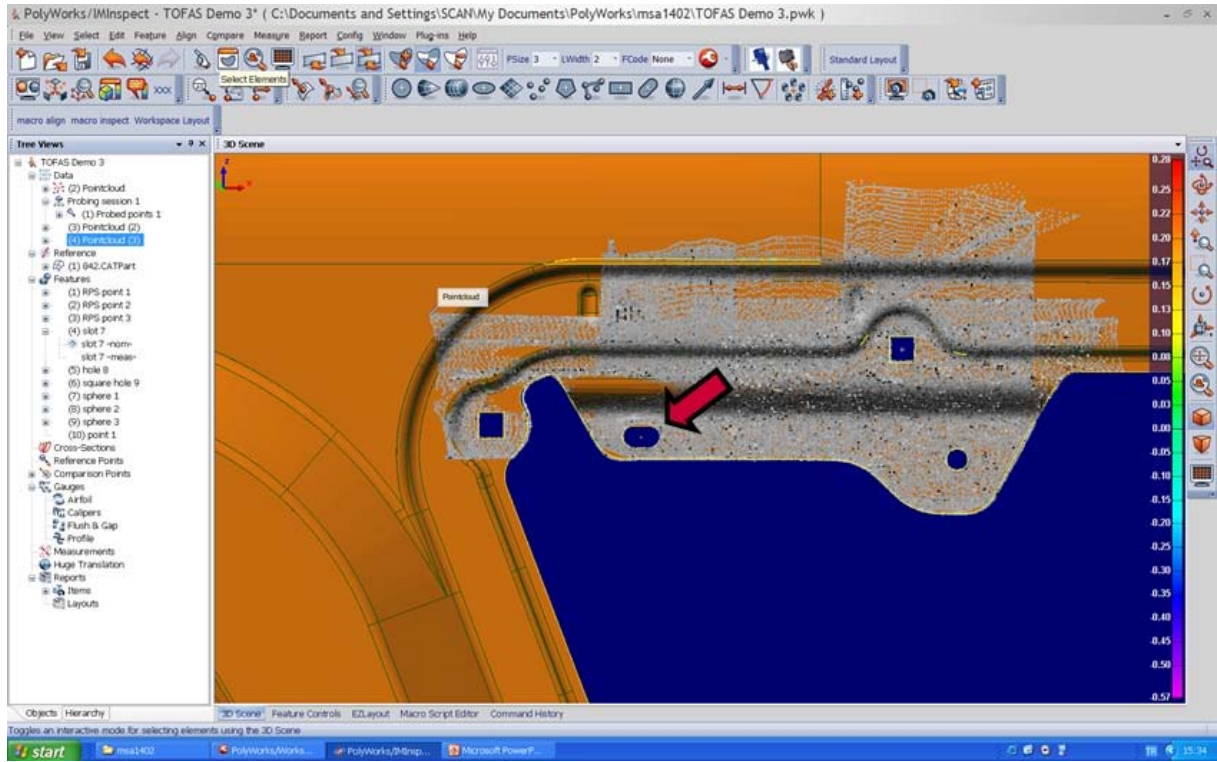
1. Bir yüzey ölçümünde tek noktaya dokunulur, taramada ise yüzey noktasının çevresine verilen bir çap içersine düşen yüzlerce noktanın ortalaması alınır
2. Bir koza ölçümünde koza sınırına 5 ila 8 noktaya dokunulur, taramada ise koza sınırına düşen onlarca noktadan geçen ortalama (best fit) koza alınır.

Burada oluşan sinerjinin nedeni çok sayıda noktanın ortalamasını aldığımızda bu noktalar elde edilirken oluşan optik porozite ve diğer belirsizliklerin de süzülmesidir. Böylelikle bu belirsizlikler hesaba katılıp bulunan ve speklerde yer alan tek nokta ölçümündekinden daha hassas ölçüm ortalamaları elde edilmiş olur. Burada dikkat edilmesi gereken sonuca hep ortalamalar üzerinden ulaşacak şekilde ölçüm metodolojisi kurmaktır. Buna koza ölçümünde TOFAŞ' ta geliştirilmiş metodoloji örnek verilebilir:

Koza Tarama Metodolojisi

Bu çalışma 7 eksen mobil ölçüm kolu [1] üzerine monte edilmiş bir doğru tarama cihazı [2] ile preste basılmış bir kapı iskelet saçı üzerinde yapılmıştır. Nokta bulutu işleme bu konuda şimdilik dominant olduğunu düşündüğümüz Polyworks [3] yazılımı ile yapılmıştır.

Parça üzerinde ölçüm yöntemi yeteneği analizi için tip 1 çalışması yapılmıştır. Şekil 1'de parça modeli üzerinde elde edilen nokta bulutu görülmektedir.



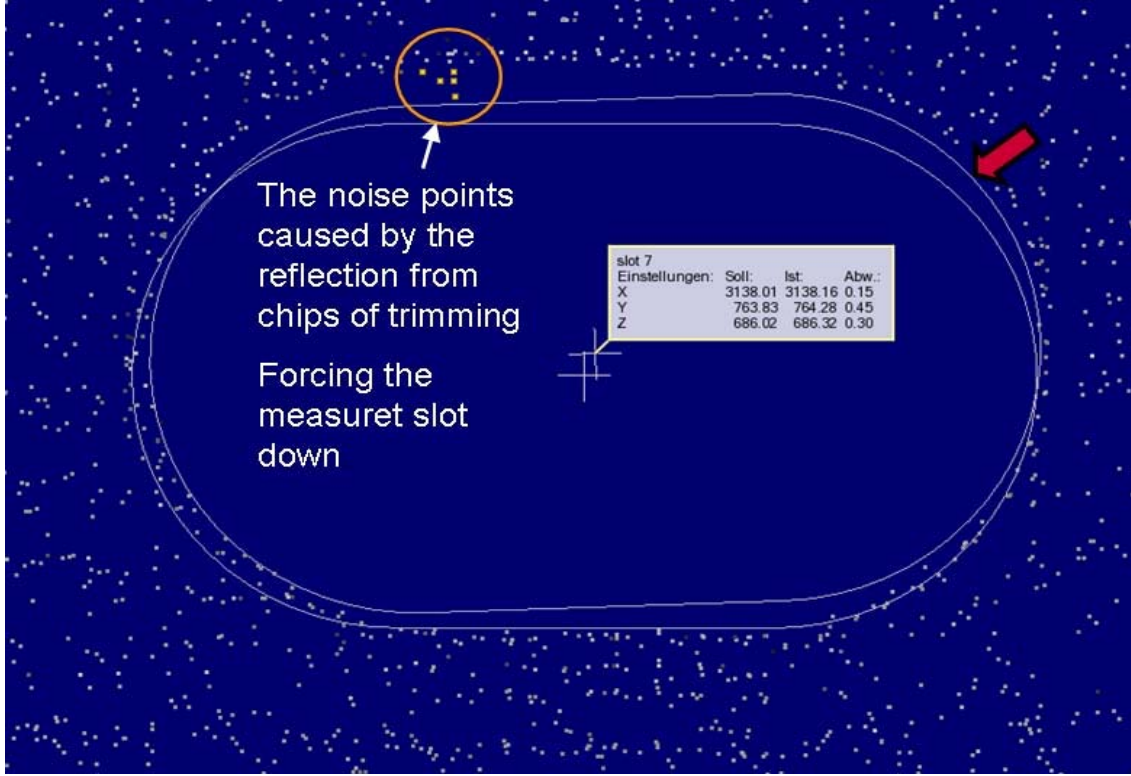
Şekil 1. Ölçülen Koza

İşaretili kozanın ölçümüne bakarsak Şekil 2'de daire ile işaretlenmiş porozite kozanın o kısmındaki bir çapağın ışığı dağınık yansıtmasından kaynaklanmıştır. Önerilen polyworks koza çakıştırma yöntemi minimum fit kullanıldığında şekilde ok ile gösterilen en bulutun içteki noktalarından geçen bir koza yerleşir ki bu hatalıdır.

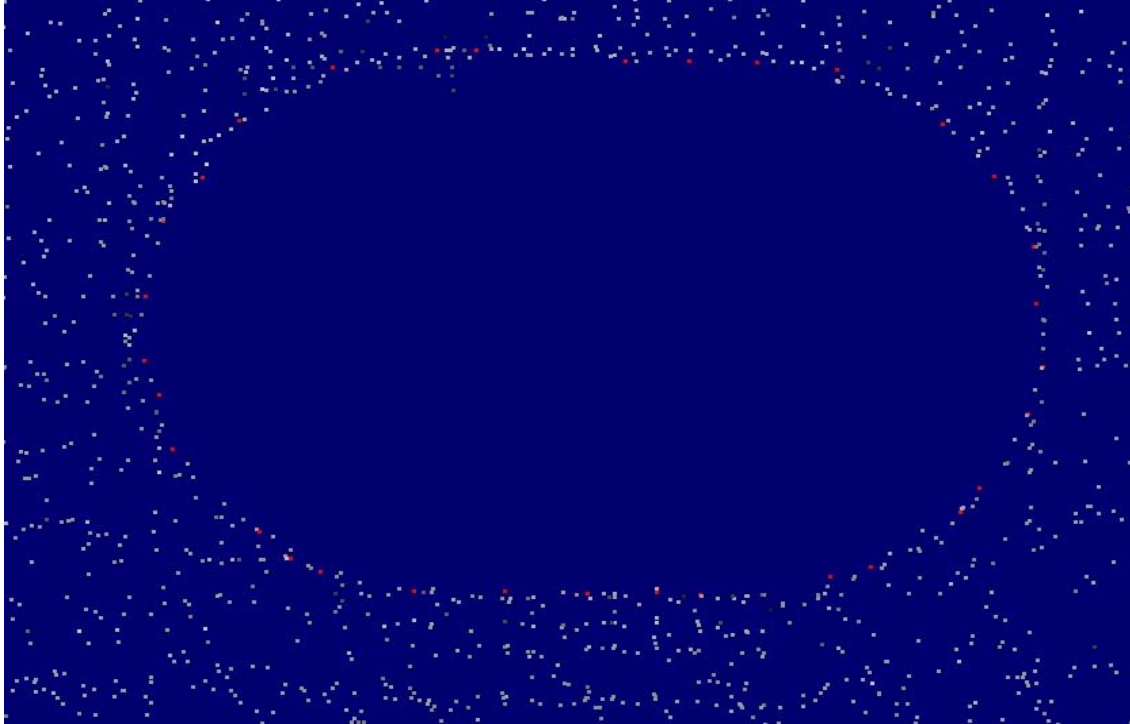
TOFAŞ' ta önerilen bu yöntem yerine nokta bulutu sinerjisinden yararlanmak için:

1. Polyworks'ün sınır noktaları filtre fonksiyonu kullanılmıştır. Böylelikle Şekil 3'teki kırmızı sınır noktaları elde edilmiş olur.
2. Best fit fonksiyonu ile bu sınır noktalarının ortalamasından geçen koza elde edilir (Şekil 4)

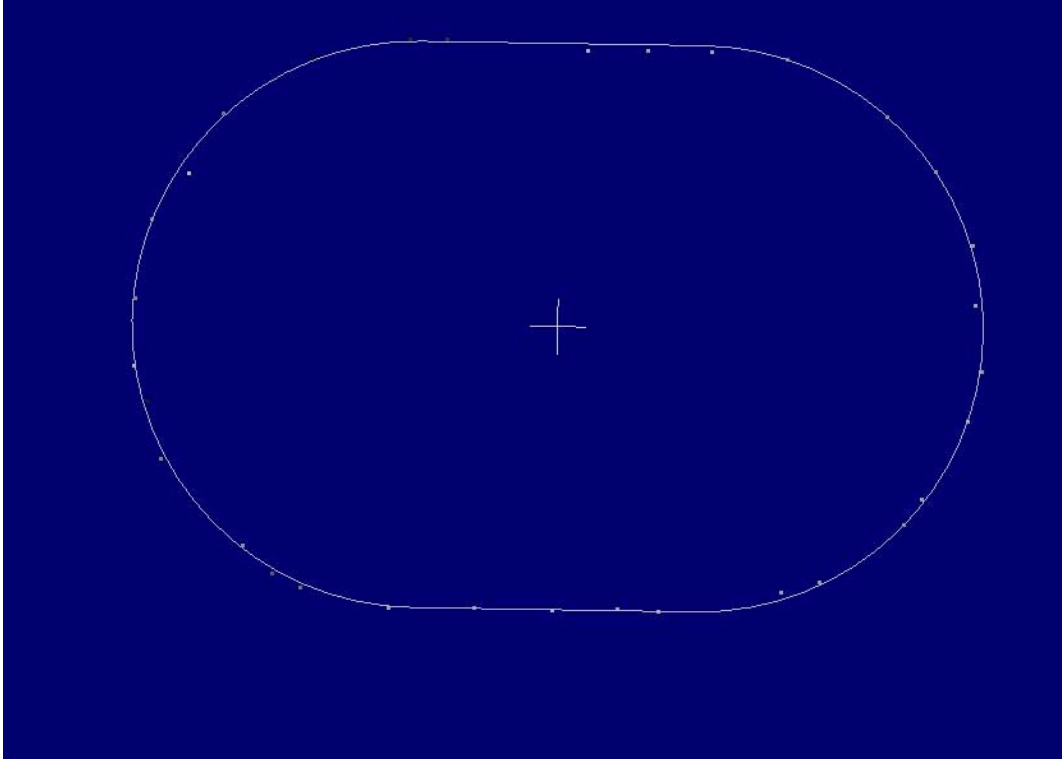
Böylelikle poroziteden etkilenmemiş bir koza yerleşimi yapılmış ve kozanın ölçüm kalitesi dramatik olarak iyileşmiş olur (Şekil 5).



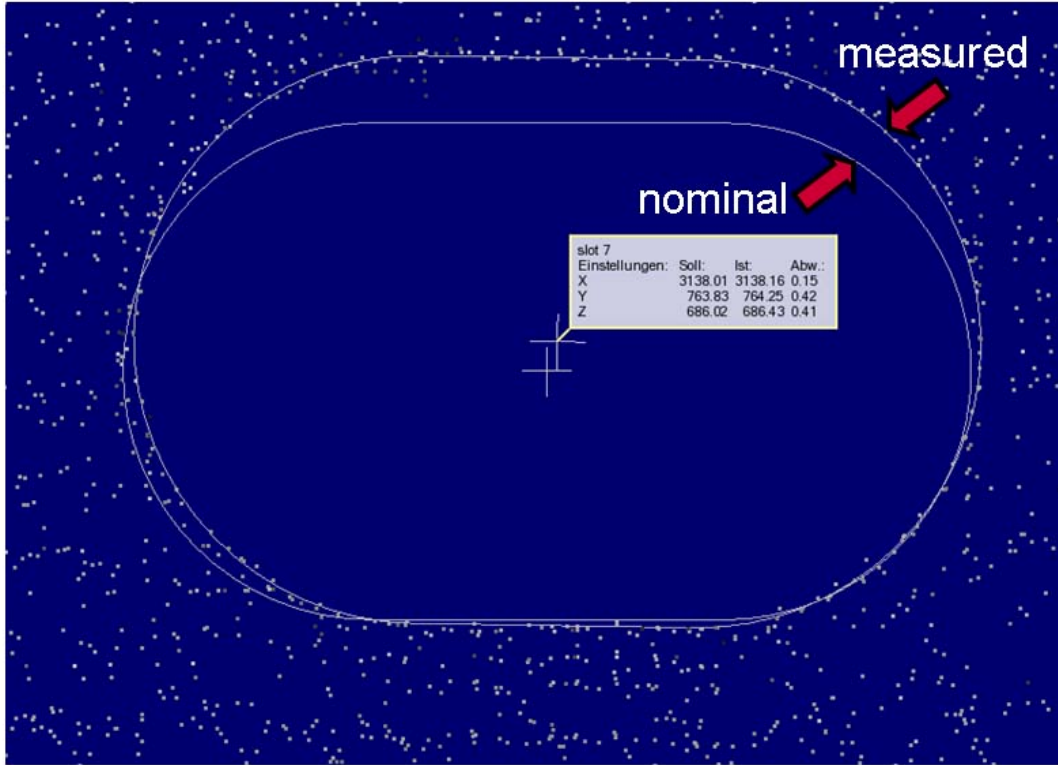
Şekil 2. Porozite ve Minimum Fit Yönteminin Başarısızlığı



Şekil 3. Sınır Noktalarının Filtrelenmesi



Şekil 4. Sınır Noktalardan Best Fit İle Geçirilen Koza



Şekil 5. Doğru Koza Yerleştirimi

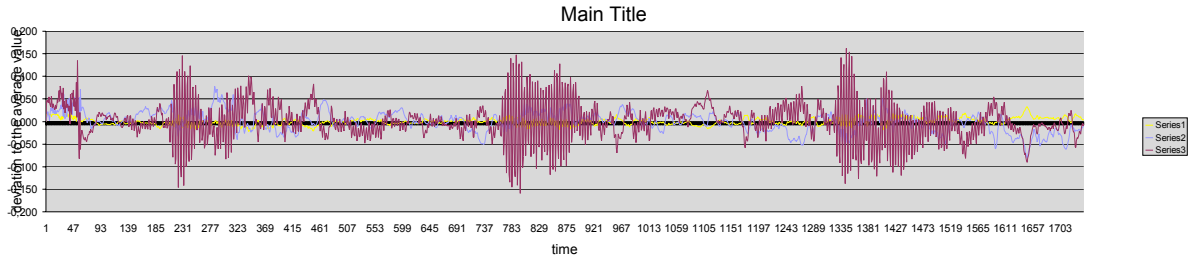
ZAMANSAL SİNERJİ

Optik tarama sistemleri mobil sistemlerdir, dolayısıyla üretime daha yakın mekânlarda kullanılabilirler. Örneğin pres proses yeteneği ölçüm çalışması için hat yanında parça ölçmek imkanı ortaya çıkar. Yalnız presler çalışırken zeminde ciddi titreşim tahrik ederler. Bu durumdan tarama cihazının performansının nasıl etkilendiğini görmek için TOFAŞ Pres Atölyesinde optik izleyici [4] kullanarak bir titreşimden etkilenme analizi yapılmıştır.

Test Düzenliği: Optik izleyicinin konum ölçme aynalı küresi pres hattı yakınında zemine konmuş ve presler çalışırken 5 metre öteden izleyici ile ölçümler yapılmıştır.

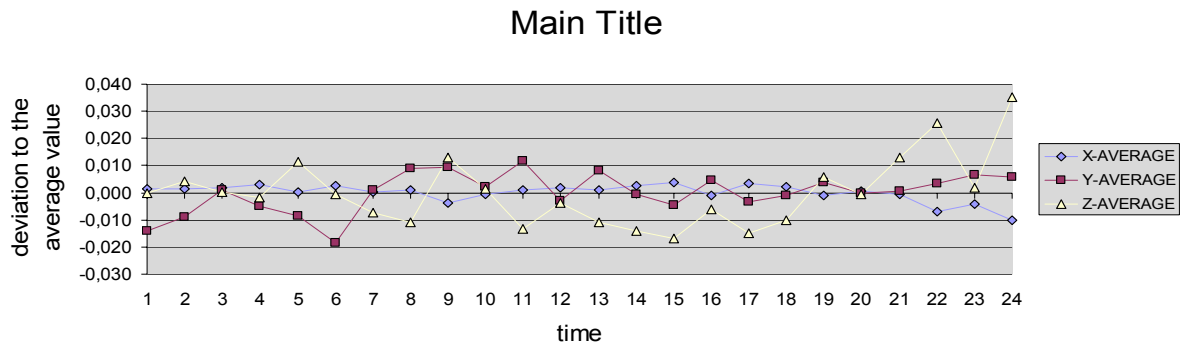
İzleyicinin ölçüm alma frekansı 1 mili saniyedir. Genelde aynalı küre ölçümlerinde 5 saniyelik, dokunma probu ile yapılan ölçümlerde yarım saniyelik ölçüm periyodu ile çalışılmaktadır. Yani aynalı küre ölçümü 5000 ölçümün, prob ölçümü ise 500 ölçümün ortalamasıdır.

Testte ilk önce 10 milisaniyede bir ölçüm olacak şekilde ölçümler grafiklenmiştir. Bu bir anlamda yerin titreşim grafiğini oluşturmaktadır (Şekil 6). Burada preslerin vurduğu zaman yerin 0,3 mm genlikte titreştiği görülmektedir



Şekil 6. 10 Milisaniye Bir Ölçüm

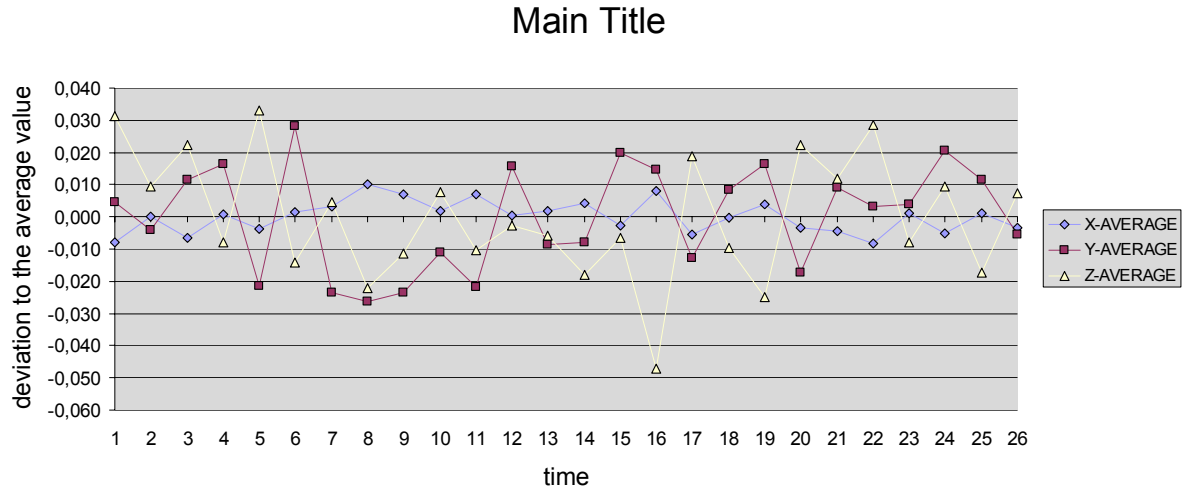
İkinci olarak 5 saniye periyodlu ölçümlerin grafiği alınmıştır. Burada tekrarlanabilirlik değerleri toleranslar dâhilindedir (Şekil 7)



	x	y	z
STDEV	0,003	0,007	0,013
MIN	510,647	1752,333	-277,790
MAX	510,661	1752,364	-277,738
Range	0,014	0,030	0,052
6S	0,020	0,045	0,077
tolerans	1	1	1
cg	10,083	4,462	2,612

Şekil 7. Aynalı Küre Ölçüm Performansı (Kabul Kriteri cg>1.33)

Üçüncü olarak yarım saniye periyotlu ölçümlerin grafiği alınmıştır. Burada tekrarlanabilirlik değerleri kötüleşmekle beraber toleranslar dâhilindedir (Şekil 8)



	x	y	z
STDEV	0,005	0,016	0,019
MIN	510,645	1752,337	-277,822
MAX	510,663	1752,391	-277,742
Range	0,019	0,054	0,080
6S	0,030	0,097	0,116
tolerans	1	1	1
cg	6,678	2,059	1,723

Şekil 8. Dokunma Probu Ölçüm Performansı (Kabul Kriteri $cg > 1.33$)

Bu sonuçlar ölçüm tekrarlanabilirliğinin titreşimden etkilenmediğini göstermektedir. Scanner kullanımında saniyede 200 000-500 000 nokta ölçüldüğüne göre burada elde edilen güvenilirliğin daha fazla olduğu sonucuna varılır.

SONUÇ

Yukarda tanımlanan prensipler dahilinde çalışıldığında optik tarama sistemleri speklerinde verilen hassasiyetten çok daha iyi, bazı durumlarda CMM'lerden daha iyi ölçüm kalitesi performansına ulaşabilirler. Ayrıca zemin titreşimlerinden etkilenmezler.

KAYNAKLAR

- [1] Firma adresi: <http://www.cimcore.com/>; Türkiye distribütörü: Hexagon Türkiye - info.turkey@hexagonmetrology.com
- [2] Firma adresi: <http://www.perception.com/ports.html>; Türkiye distribütörü: Hexagon Türkiye - info.turkey@hexagonmetrology.com
- [3] Firma adresi: <http://www.innovmetric.com/>; <http://www.duwe-3d.de/>; Türkiye distribütörü: Hexagon Türkiye - info.turkey@hexagonmetrology.com, Yenasoft: <http://www.yenasoft.com/yenasoft/index.html>
- [4] Firma adresi: http://www.leica-geosystems.com/metrology/en/lgs_406.htm; Türkiye distribütörü: Hexagon Türkiye - info.turkey@hexagonmetrology.com,

ÖZGEÇMİŞ

Ayduygu SEVİNÇ

1965 Manisa doğumludur. 1987 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Konstrüksiyon ve İmalat bölümünü bitirmiştir. Aynı bölümde 1989 yılında yüksek lisan 1994 yılında doktora tezlerini vermiştir. 1988 – 95 yıllarında aynı bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmıştır. 1996 yılından beri TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası'nda çalışmaktadır.