

# BOGAZIÇI ÜNİVERSİTESİ KANDİLLİ RASATHANESİ ve DEPREM ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEZİCİ DEPREM SİMÜLATÖRÜ OTOMASYONU

**Bülent GİRAY**

bulent.giray@boschrexroth.com.tr

Bosch Rexroth Otomasyon San. ve Tic. A.Ş.  
TOSB 1. Cad. 14. Sk No: 10 41480 Çayırova, Kocaeli

## ÖZET

Ülkemizde deprem bilincini oluşturmak için değişik zamanlarda çeşitli eğitim çalışmaları gerçekleştiren Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, geçtiğimiz yıl yeni bir projeyi; Depreme Duyarlılık Günleri Projesi'ni başlattığını duyurmuştu. Proje; öncelikle İstanbul'da olmak üzere depremden korunma kültürü bilincini oluşturmayı ve sürdürülebilir bir altyapı oluşturmayı hedeflemektedir. Aynı zamanda toplumsal duyarlılık, sahiplenme ve sürdürülebilirliği sağlamak üzere gönüllülük kavramının ve işleyişinin halkımızla paylaşılması amaçlanmaktadır.

**Anahtar sözcükler:** Hareket Kontrol, Deprem, Servo Motor, Simülatör, MLD

## 1. GİRİŞ

Proje'nin önemli bir ayağını oluşturan ve ülkemizde gerçekleştirilen ilk Gezici Deprem Simülasyon Eğitim TIR'ı geçtiğimiz aylarda çalışmaya başlamıştır. Bu TIR ile görsel ve uygulamalı eğitimler ile "çocukların ve halkın eğitilmesi" hedeflenmektedir. Deprem TIR'ı sayesinde önce çocuklar olmak üzere vatandaşlar deprem sırasında ne yapmaları konusunda 'yaşayarak' öğrenme şansını yakalayacaklar. Depreme Duyarlılık Günleri Projesi kapsamında yola çıkacak deprem TIR'ı, belirli bir takvim çerçevesinde önce

İstanbul'un ilçelerinde dolaşacak. Bu uygulama alanında elde edilen sonuçlar dikkate alınarak, ilerleyen süreçte ülke genelinde kapsamlı depreme hazırlık ve bilinçlendirme etkinlikleri ile Anadolu'ya ulaştırılacaktır.

Gerçek deprem kayıtlarını, tek eksenle simüle etmesi istenen bu gezici deprem tırı için, sürücü tabanlı hareket ve lojik kontrol sistemi'nin ve Doğrusal Hareket ve Montaj Teknolojileri ürünlerinin uygun bir çözüm oluşturacağından hareketle, sistem tasarımına geçilmiştir.

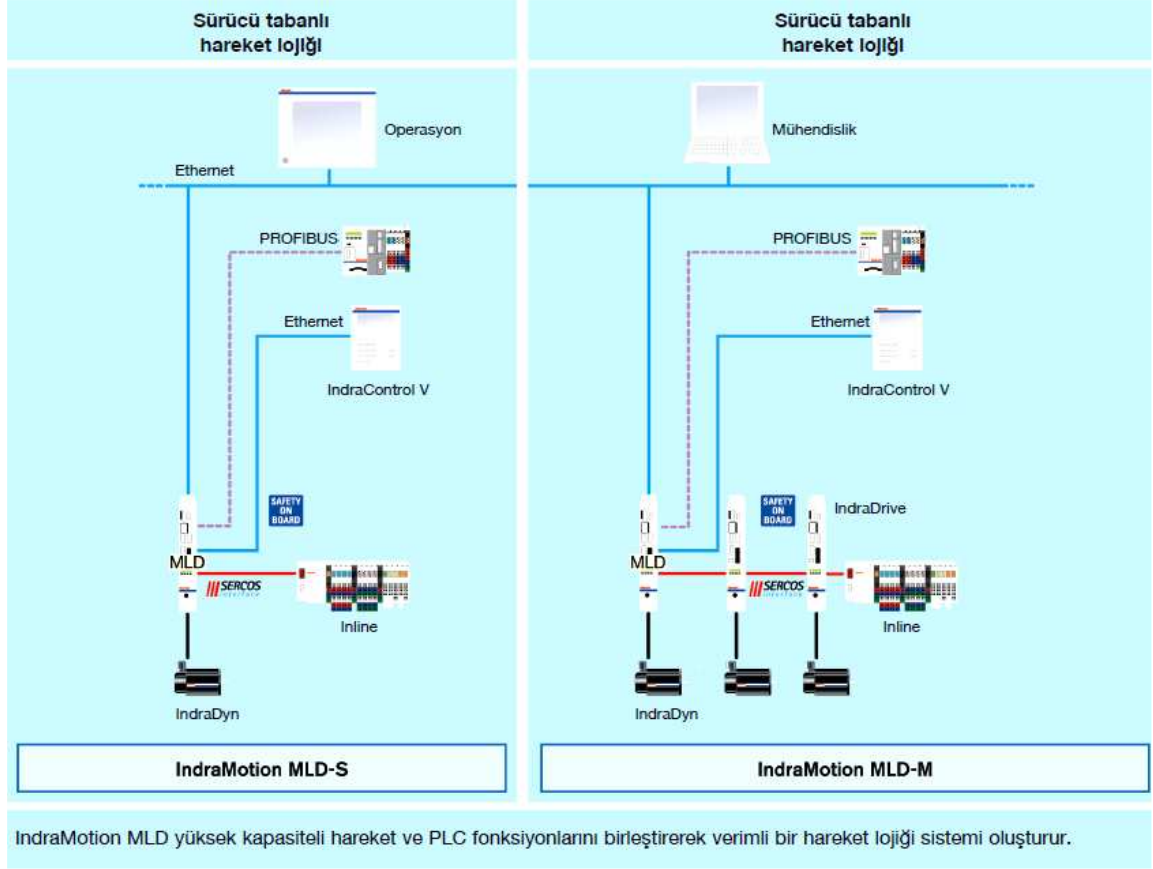


Şekil-1. Gezici Deprem Simülatörü

## 2. SİSTEM TANITIMI

Sistem temel olarak bir odanın, yatay ekseninde toplam 160 mm strokta çeşitli ivmeler ile hareket ettirilmesinden

oluşmaktadır. Projeyi farklı kılan, bu odanın bir tır dorsesi içinde yer alarak, yurdun dört bir yanında kullanıma müsait olmasıdır.



Şekil-2. Örnek kontrol mimarileri

Odanın tahriki, Lineer Hareket ve Montaj Teknolojileri ürünlerinden vidalı mil ve kızaklar, Elektrikli Tahrik ve Kontrolü ürünlerinden yüksek dinamikli servo motor ile gerçekleştirilmiştir. Sistemin kontrolünde ise Elektrikli Tahrik ve Kontrolü ürünlerinden hareket kontrol sistemi kullanılmıştır. Bu şekilde servo sürücüsü, hem odanın tahrik edilmesinde bir eksen sürücüsü, hem de tüm sistemin kontrolünde bir kontrol sistemi olarak kullanılmıştır.

## 3. TASARIM

Bir projeyi gerçekleştirmek için uygun malzemelerin seçimi çok önemlidir. Bunun için öncelikle tasarım kriterlerinin net

olarak belirlenmesi gereklidir. Bu kriterler ile ihtiyacımız olan tahrik malzemelerinin hesabı ve seçimi gerçekleştirilir.

Tasarım kriterlerine göre servo motor ve sürücü seçimini, servo eksen tasarım programı "IndraSize" ile manuel hesaplamalar yapmadan, kolayca gerçekleştirmek mümkündür. Tasarımın teorisini inceleyebilmek üzere seçim için yapılan manuel hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

Projeyi gerçekleştirmek için belirlenmiş kriterler aşağıdaki gibi bildirilmiştir.

Hareketli kütle:  $m = 1000 \text{ kg}$

Strok:  $d = 160 \text{ mm}$

Max. ivme:  $a = 6 \text{ m/s}^2$

Max. hız :  $V = 25 \text{ m/dak}$



Şekil-3. Servo eksen tasarım yazılımı

Küçük strok ve dinamizm gereksinimleri dolayısıyla, odanın tahrik sisteminin vidalı mil ile gerçekleştirilmesi öngörülmüştür. Bu tahrik sistemi için yapılan hesaplamalar aşağıda yer almaktadır.

$$V_{max} = n \times h \quad (1)$$

$n$  = max motor devri

$h$  = vidalı mil hatvesi

$$h = \frac{V_{max}}{n} = \frac{25000}{6000} = 4,16 \text{ mm} \quad (2)$$

Bu yaklaşım ile 5 mm hatveli bir vidalı mil kullanmak öngörülür. Motor momenti için ise aşağıdaki gibi hesaplama yapılmıştır.

$$F_{max} = m \times a_{max} = 1000 \times 6$$

$$= 6000 \text{ kgm/s}^2 \quad (3)$$

$$M = \frac{F_{max} \times h}{2\pi 1000} = \frac{6000 \times 5}{2\pi 1000} = 4,77 \text{ Nm} \quad (4)$$

Motor maksimum momentinin yanında tasarımda dikkate alınması gereken bir diğer husus ise hareketli kütle atalet momentinin motorun rotor atalet momentine oranıdır. Çok dinamik bir eksen için bu oranın 3 olmasına dikkat ederken, dinamizmin çok önemli olmadığı eksen hareketlerinde bu oranda 10 kata kadar izin verilebilir. 10 kattan daha yüksek oranlarda artık eksen çok yavaş cevap veren, sağır olarak nitelendirilen bir eksen haline gelmiş demektir. Sistemin atalet moment hesabı için;

$$J = m \cdot \left( \frac{h}{2\pi 1000} \right)^2 = 1000 \cdot \left( \frac{5}{2\pi 1000} \right)^2$$

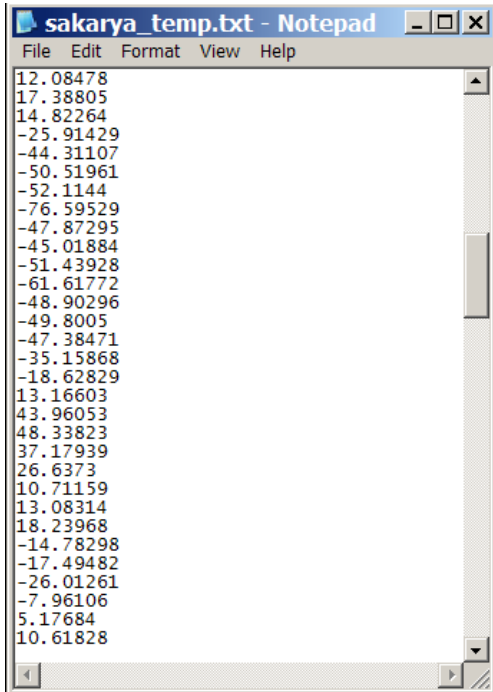
$$= 6,4 \times 10^{-4} \text{ kgm}^2 \quad (5)$$

Dinamik bir eksen istendiği için en fazla 3 kat düşük rotor ataletine ve de maksimum 4,77 Nm momente sahip bir servo motoru

kataloglardan seçerek mekanik tasarım tamamlanır.

#### 4. SİSTEMİN ÇALIŞMASI

Sistem iki ayrı otomatik deprem modunda çalışabilmektedir. Bunlardan ilki kontrol panelinden girilen deprem süre ve şiddetine göre sabit bir fay atımında depremin simüle edilmesidir. Bu şekilde servo ekseninden farklı ivmeler talep edilerek, farklı şiddetteki depremler oluşturulabilmektedir. .



Şekil-5. Gerçek deprem hız bilgileri kayıtlarının sisteme aktarılması

Bir diğer mod ise, gerçek depremler esnasında ölçülen ve kaydedilen ivme, hız ve fay atımı değerlerinin sisteme aktarılarak bu depremlerin gerçeğine uygun şekilde simüle edilmesidir. Bu şekilde kullanıcılar, gerçek depremlerin yarattığı hisleri tam olarak yaşayabilecek ve bu tür istemediğimiz ama beraber yaşamasını da kesinlikle öğrenmemiz gereken durumlara kendilerini hazırlamaları, bu tür durumlarda çok ihtiyacımız olacak soğukkanlılığı kazanmaları mümkün olabilecektir.

#### 5. GERÇEK DEPREM KAYITLARI

Bu modun sistemde uygulanabilmesi, sürücülerin üzerinde opsiyonel olarak MMC kart okuyucusunun bulunması ve IndraMotion MLD kontrol sisteminin bu hafıza birimini ASCII kodlu metin dosyalarına erişim için kullanabilmesi sayesinde mümkün olmaktadır. Yani gerçek deprem kayıtları, kontrol sistemine birer .txt uzantılı metin dosyası olarak aktarılmaktadır. Hali hazırda mevcut bulunan deprem kayıtları, kontrol panelinden ilgili dosya ismi seçilerek aktif edilmekte, servo eksen ve deprem odası bu dosyalar içinde mevcut olan pozisyon, hız ve ivme komut değerlerine göre hareket ederek, daha önce gerçekten yaşanmış depremleri tekrar simüle etmesi mümkün olmaktadır.

#### 6. SONUÇ

Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Gezici Deprem Tırı, 2008 yılı itibari ile tüm Türkiye'nin hizmetine girmiş, çeşitli illerde eğitim kurumlarında öğrencilerimizin olası bir depreme karşı daha hazır bir hale gelmesine hizmet etmektedir. Elbette deprem hiç kimsenin arzu etmeyeceği bir durumdur, ama bizlere düşen depreme hazırlıklı olmak ve depremlerle yaşamayı öğrenmektir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Rexroth IndraDyn S Synchronous Motors – Edition 06, R911296289, Bosch Rexroth A.G.
- [2] Rexroth IndraDrive Drive Controllers Control Sections - Edition 07, R911295012, Bosch Rexroth A.G.
- [3] Rexroth IndraMotion MLD – Edition 03, R911306084, Bosch Rexroth A.G.
- [4] Rexroth VCP Operating Concept – Edition 02, R911310666, Bosch Rexroth A.G.