



Bu bir MMO yayınıdır

HİDROLİK TAHRİKLİ JENERATÖR KONTROLÜNDE “ROBUST CONTROL” KULLANIMI

Mustafa İLERİ¹

¹ Mert Teknik A.Ş.



HİDROLİK TAHRİKLİ JENERATÖR KONTROLÜNDE “ROBUST CONTROL” KULLANIMI

Mustafa İLERİ

Mert Teknik A.Ş., Organize Sanayi Bölgesi 1.Cadde No:9 Yukarı Dudullu-İSTANBUL
Tel : +90 216 526 4340 Faks : +90 216 526 4345 mustafaileri@mert.com www.mert.com

ÖZET

Bu bildiri, arazi (mobil) şartlarında hidrolik olarak tahrik edilen elektrik jeneratörleri ve kontrol sistemlerini anlatmaktadır. Ayrıca Robust Control'ün bu uygulamada kullanımındaki faydaları anlatılacaktır. Geleneksel sistemlerde jeneratör hızı ve voltajı birbirlerinden bağımsız olarak 2 ayrı kapalı devre ile kontrol edilmektedir. Bu sistemler jeneratöre binen yükün geniş aralıklarda ve değişken olması durumunda çoğunlukla kararsızlığa neden olmaktadır. Bu bildiride geleneksel hidrolik tahrikli jeneratör kontrol sistemi devre şeması ile Robust Control hidrolik devre şeması ve kontrol diyagramı sunulacaktır. Geleneksel kontrol ile Robust Kontrol'ün stabilite test verileri sunulacaktır. Hidrolik tahrikli jeneratör kontrolünde Robust Control kullanımı, jeneratör hız ve voltajını eş zamanlı kontrol ederek ve bunu tek bir kontrol sistemi ile gerçekleştirerek sistem kararsızlığını yok etmektedir. Bu sistem pahalı otomatik voltaj regülatörü gereksinimini ortadan kaldırmakla birlikte şarj pompası veya akış kontrol orifisi kullanan geleneksel jeneratör kontrol düzeneğinden daha verimli olduğu anlatılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Hidrolik Jenaratör ,Robust Control, Jenaratör, Hidrolik Tahrikli Jenaratör,

ABSTRACT

This paper describes traditional “off-highway” hydraulic drives for the electric generator and their control systems. It also describes the benefits of using Robust Control for this application. Traditional systems control generator speed and voltage independently with two separate closed loop controls. This can often cause system instability especially if there is a large range of loads to be driven. Hydraulic schematics will be presented of traditional hydraulic generator drive systems. A hydraulic schematic and a control diagram will be presented of the generator drive system using Robust Control. Stability test data will be presented comparing a traditional control system with the Robust Control. The “Robust Control” for the hydraulic generator drives simultaneously controls generator

speed and voltage with one controller eliminating system instability. It also eliminates the need for an expensive AVR (Automatic Voltage Regulator) in the generator, and is more efficient than traditional generator drive control schemes that utilize a charge pump or a flow control orifice.

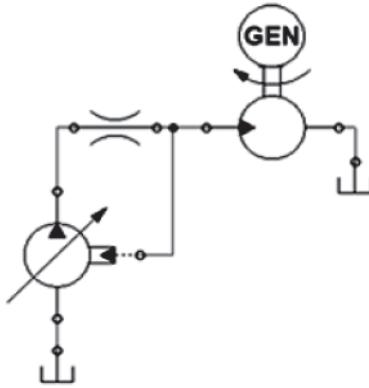
Key Words: Hydraulic Generator, Robust Control, Generator, Hydraulic Generator Drive

1. GİRİŞ

Hidrolik jeneratör sürücüsünün geleneksel kontrolü iki ayrı kapalı devre kontrolörü birleştirmektedir: birincisi hidrolik motorun çıkış devrinin kontrolü, böylece jeneratörün hızı ayarlanır, ikincisi jeneratörün çıkış voltajının kontrol edilmesidir. Bu sistemle ilgili genel problem, birbirinden ayrı bu iki kapalı devre kontrolünün genellikle geniş aralıktaki yüklerin sürülmesi gerektiğinde birbirini etkilemesi ve sistemin dengesizleşmesidir. Bu dengesizlik o kadar büyük olabilir ki titreşimler hiçbir zaman sönümlenemez ve sistemi kullanışsız hale getirir. Sistemi stabil hale getirmek için belirli bir yük için ayarlar yapılsa bile titreşim farklı bir yük için muhtemelen tekrar sorun olacaktır.

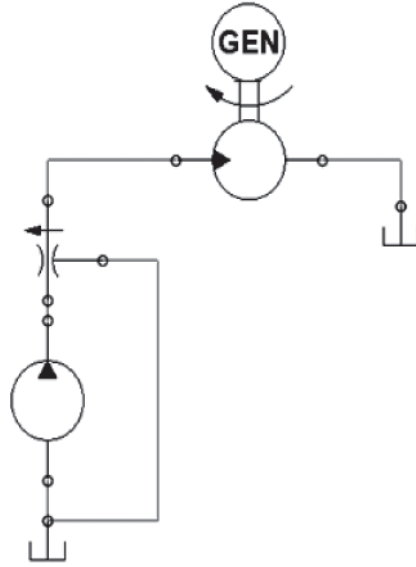
GELİŞME

GENELEKSEL KONTROL METODLARI – Aşağıdaki şema jeneratör sürme sisteminin geleneksel metodunu göstermektedir. Şemayı basit tutmak amacıyla gerekli basınç ayar elemanları gösterilmemiştir.



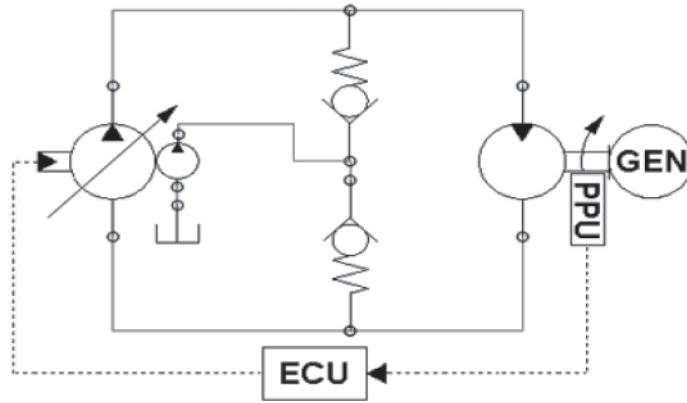
Şekil 1

Şekil 1, düşük güç uygulamalarında kullanılan bir jeneratör sürme sistemini göstermektedir. Bu sistem yük duyarlı bir pompa ile sabit bir orifisten oluşmaktadır. Yük duyma sistemi orifis üzerinde sabit bir fark oluşturarak motora sabit akış gitmesini ayarlar. Bu sistemdeki bir nokta motorun hacimsel veriminin normal çalıştığı sırada değişmesi, motora gönderilen akış sabit olmasına rağmen motorun hızının değişmesidir. Orifis üzerindeki basınç düşümü güç israfına neden olur. Hatlardaki yağ hacmi arttıkça (daha uzun hatlar) ve/veya motor hacimsel verimi arttıkça bu sistemde kararsızlık artar. Lakin hatlardaki hacim yeteri kadar az ve motor verimi yeteri kadar düşük ise sistem daha kararlı olacaktır.



Şekil 2

Şekil 2, düşük güç uygulamalarında kullanılan bir jeneratör sürme sistemini göstermektedir. Bu sistem sabit deplasmanlı bir pompa ile akış kontrol valfinden oluşmaktadır. Bu sistem Şekil-1'deki gibi benzer durumlara sahiptir.

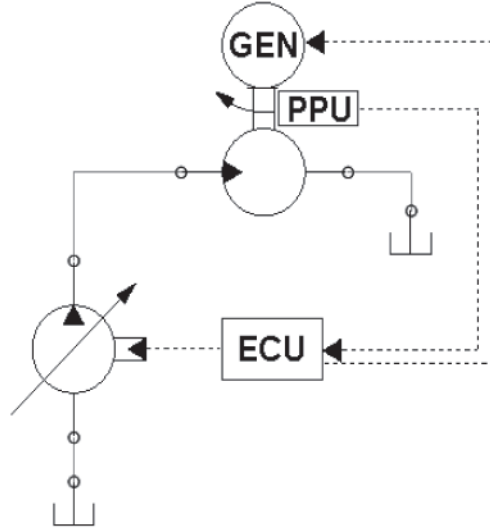


Şekil 3

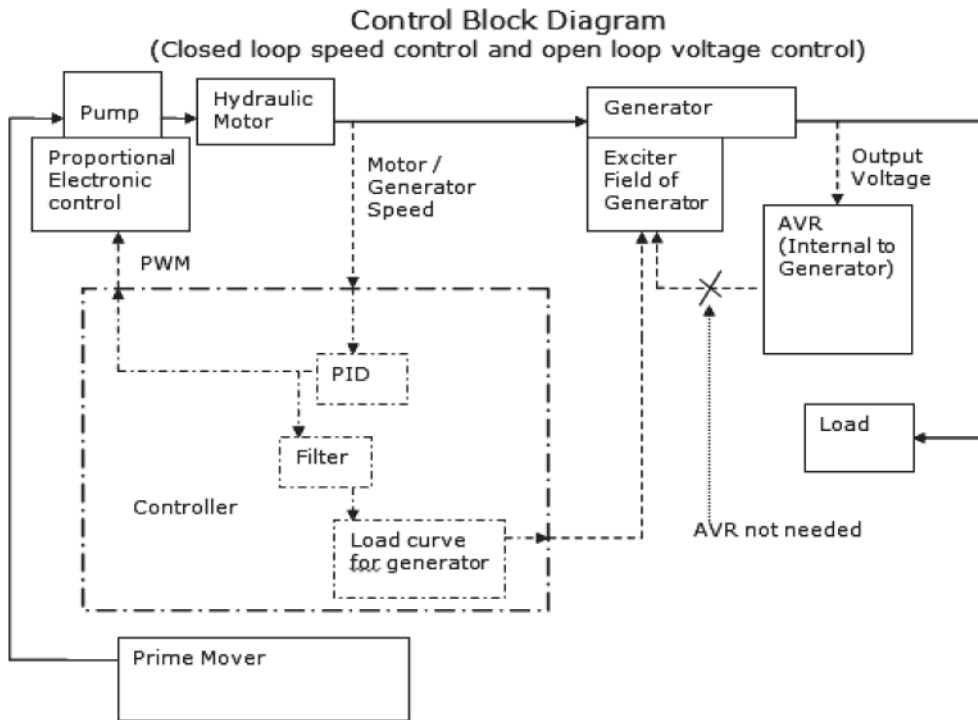
Şekil 3, daha büyük bir jeneratör sürme sistemini göstermektedir. Bu sistem, jeneratör hızı üzerine kapalı devre bir hidrolik devre ile kapalı devre kontrolden oluşmaktadır. Pompa kontrolü elektronik deplasman kontrolüdür. Bu sistem kararsızlıkla ilgili halen bazı durumlar içerebilir olmasıyla birlikte ilk iki açık devre çözümden daha pahalıdır. Şarj pompası motora kullanılabilir bir enerji aktarımı yapamadığı için enerji harcamaktan başka bir işe yaramaz.

ÇÖZÜM – Şekil 4 ve 5, hidrolik jeneratör sürücüsü için Danfoss tarafından patentli "Robust Kontrol" sistemini göstermektedir. Jeneratörün hız ve voltajı için bir ortak ECU kullanılmıştır. Bu kontrol kapalı

devre hız kontrolü ile açık devre voltaj kontrolünden oluşmaktadır. Bu çözüm hızı ve voltajı birbirinden bağımsız olarak kontrol ederken kararsızlığı ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca bu sistem, aslında voltajın kapalı devre kontrolü için kullanılan pahalı Otomatik Voltaj Regülatörü'ne (AVR) olabilecek ihtiyacı da ortadan kaldırmaktadır. Bu durum akış kontrol orifisi veya şarj pompasından oluşan tipik sistemlere göre stabil olduğu ve bu bağlamda daha verimli olmasından dolayı daha ekonomik bir şekilde sonuçlanmaktadır.

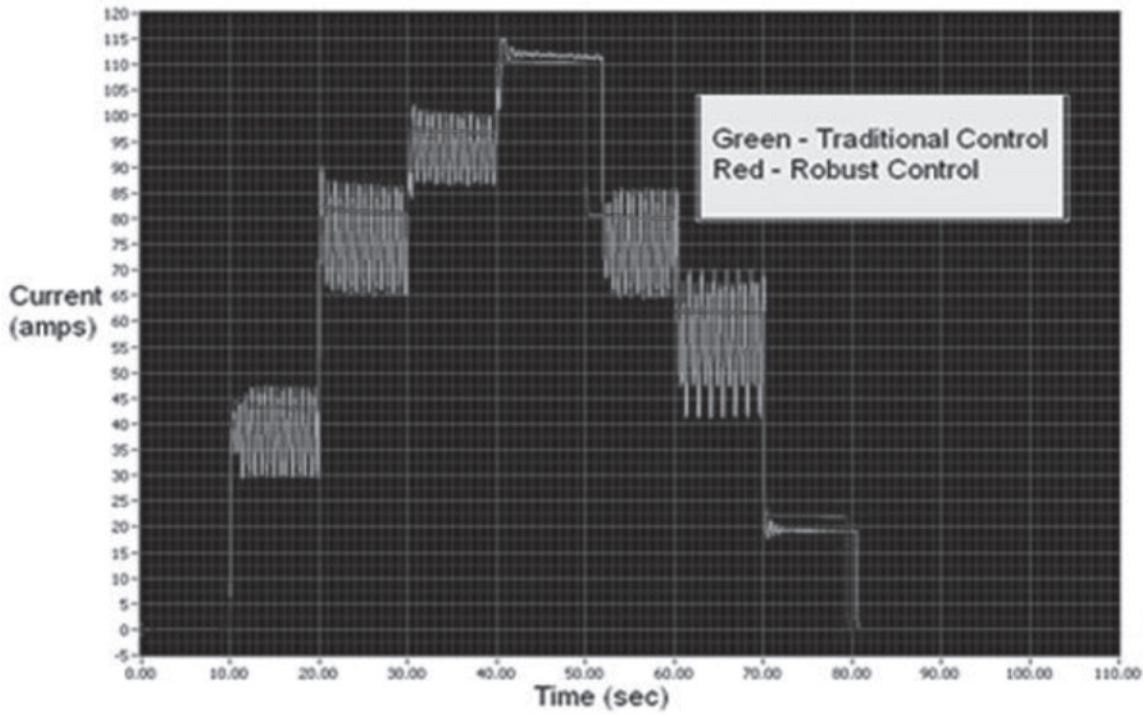


Şekil 4



Şekil 5

TEST – Şekil 6 geleneksel kontrol ile Robust Control'ün karşılaştırıldığı test verilerini göstermektedir. Jeneratör çıkışındaki akım yükün artırılması ve düşürülmesi esnasında ölçülmüştür.



Şekil 6

Yukarıdaki test için aşağıdaki düzenek kullanılmıştır.

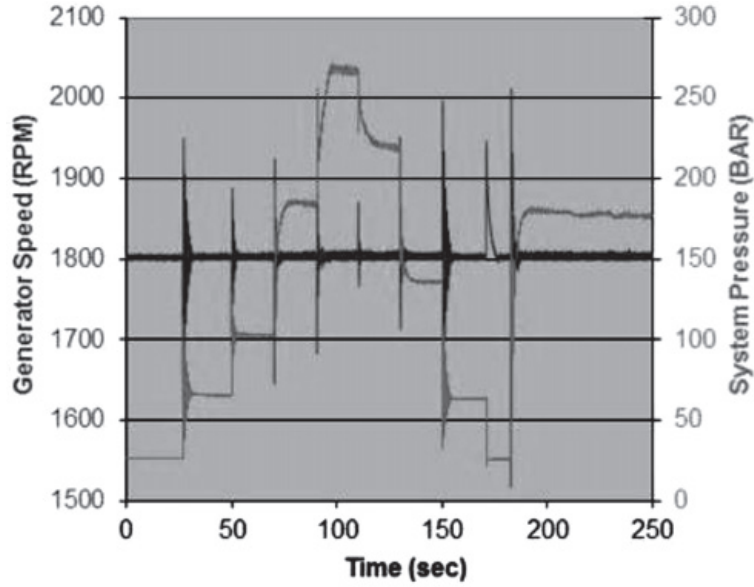
Yeşil – Geleneksel Kontrol (Referans Şekil-1)

- Jeneratör: 26kW kapasiteli, tek fazlı, 240 Volt, 1800 devir/dakika
- Hidrolik Pompa: (51 cc/devir) yük duyarlı açık devre pompa
- Hidrolik Motor: sabit deplasmanlı (44 cc/devir)
- Yük orifisi: 5mm çaplı, sabit
- AVR

Kırmızı – Robust Control (Referans Şekil-4)

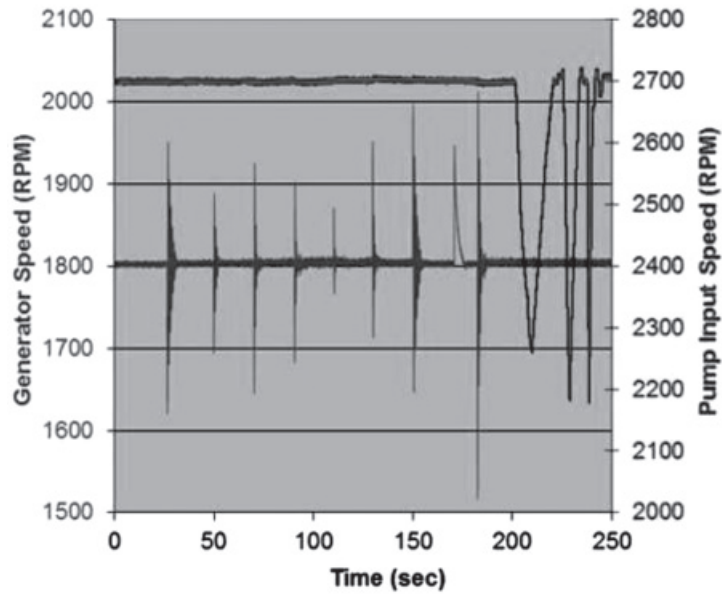
- Jeneratör: 26kW kapasiteli, tek fazlı, 240 Volt, 1800 devir/dakika
- Hidrolik Pompa: (51 c3/devir) oransal elektronik basınç kontrollü açık devre pompa
- Hidrolik Motor: sabit deplasmanlı (44 c3/devir)
- ECU: mikro kontrolör

Şekil 7, Robust control kullanıldığındaki test verilerini göstermektedir. Jeneratörün hedeflenen 1800 devir/dakika sabit devir hız'ı tüm yükler ve tüm pompa hızları için 1800 +4 dev/dk olarak korunmuştur. Yük, 0'dan 26,6kW'a kadar artırılmış ve sonrasında sıfıra kadar düşürülmüş, bu sayede sistem basıncındaki değişim gözlemlenmiştir.



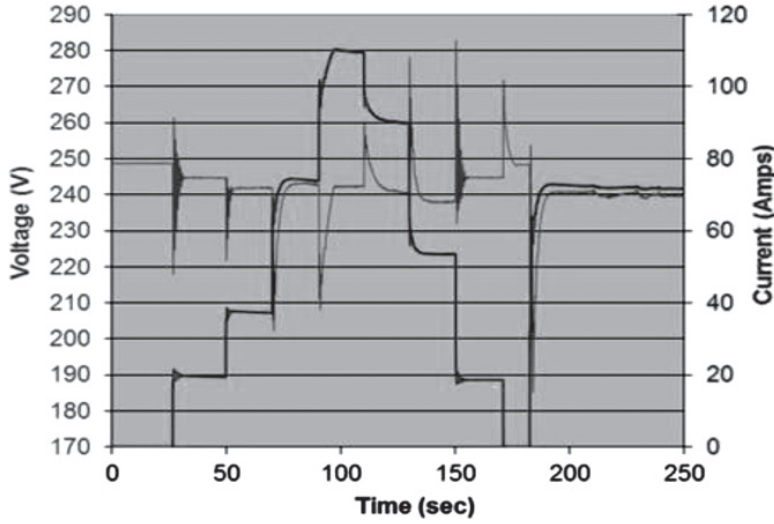
Şekil 7

Şekil 8, Robust control kullanıldığındaki test verilerini göstermektedir. Bu testin sonunda pompa hızı 3 kez ciddi şekilde düşürülmüş ve artırılmıştır. Bu zaman içerisinde yük 18 kW olarak sabit tutulmuştur. Pompa hızındaki iniş-çıkışlar esnasında jeneratör hızı 1800 dev/dk'da korunmuştur.



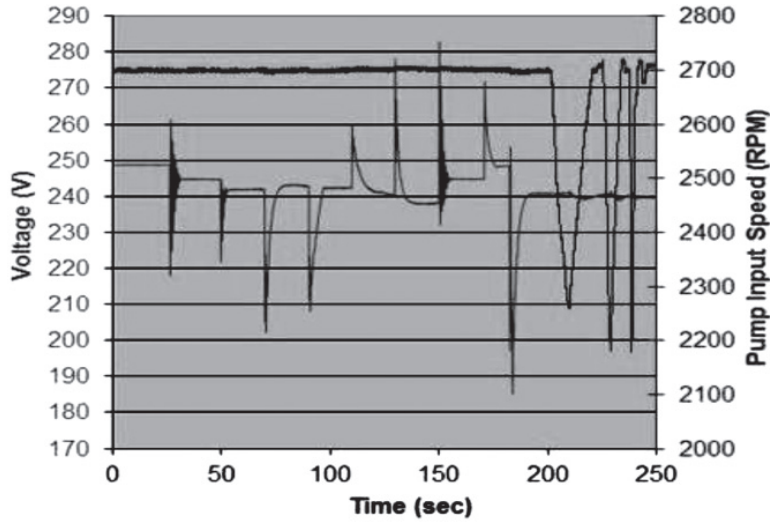
Şekil 8

Şekil 9, Robust control kullanıldığındaki test verilerini göstermektedir. Sabit devir voltajı, 240 VAC hedef alınarak açık devre kontrol kullanılarak 240+-9 VAC'de kontrol edilmiştir.



Şekil 9

Şekil 10, Robust control kullanıldığındaki test verilerini göstermektedir. Bu testin sonunda pompa hızı 3 kez ciddi şekilde düşürülmüş ve artırılmıştır. Bu zaman içerisinde yük 18kW olarak sabit tutulmuştur. Pompa hızındaki iniş-çıkışlar esnasında jeneratör voltajı küçük dalgalanmalar göstermiştir.



Şekil 10

TEKNİK ÖZELLİKLERİN ÖZETİ

- Hız ve voltaj, sistemin geneli üzerinde kontrol sağlayan tek bir kontrolör ile kontrol edilmiştir.
- Açık devre voltaj kontrolü, pahalı AVR kontrolünün jeneratör içinde kullanma gereksinimini ortadan kaldırmaktadır. Bu kontrol, pompa kontrolüne gönderilen akım miktarını izleyerek jeneratör üzerinde ne kadar yük olduğunu hesaplayabildiği için başarılı bir şekilde çalışmaktadır.

- Bu yeni sistem, tipik akış kontrol valfini veya sabit akış kontrol orifisini veya şarj devresini veya bu elamanların tükettiği gücü ortadan kaldırmaktadır.
- Makinada iki yerine tek kontrolör kullanımı; ayarların işleyişi, teşhis etmeyi ve sistem ince ayarlarının yapılmasını sadeleştirmektedir.

SONUÇ

Hidrolik jeneratör sürücüleri için Robust Control, jeneratör hız ve voltajını tek bir kontrolörle sistem kararsızlığını yok ederek ve eş zamanlı olarak kontrol eder. Ayrıca jeneratör içindeki pahalı AVR'ye olan gereksinimi de ortadan kaldırır ve şarj pompası veya akış kontrol orifisi içeren geleneksel jeneratör sürücülerine göre daha verimlidir.

KAYNAKLAR

PATENT

Daley, Christian S. Hydraulic Generator Drive System U.S. Patent; 8080888; 2011

KISALTMALAR

AVR, Otomatik Voltaj Regülatörü
ECU, Elektronik Kontrol Ünitesi(Mikro Kontrolör)
GEN, Jeneratör
PID, Proportional-Integral-Derivative Controller
PPU, Pulse Pickup
PWM, Pulse-width modulation

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa İLERİ

1970 yılı İstanbul doğumludur. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 1992 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. 1994 yılında beri Mert Teknik A.Ş.'de proje Mühendisi olarak görev yapmaktadır. Makina Mühendisleri Odası İstanbul şubesi Hidrolik+Pnömatik kitap hazırlanmasında Danışmanlar Kurulu üyeliği görevi yaptı. AKDER Eğitim Komitesinde görev almaktadır. Savunma sanayi projeleri konusunda çalışmaktadır. Evli ve 2 çocuk babasıdır.