

## ELEKTROKOAGÜLASYON İLE SU ARITIMINDA OPLC UYGULAMASI

Tuba SADAK, M. Ali YALÇIN

**Özet** – Son yıllarda, endüstriyel üretim tesislerinin kontrol devrelerinde, programlanabilir mikroişlemci tabanlı cihazların yoğun olarak kullanılmakta olduğu ve yurdumuzda da bu eğilimin hızla arttığı gözlenmektedir. Bu cihazlar Programlanabilir Lojik Kontrolörler yani PLC'lerdir. PLC'nin gelişimi ile birlikte çok fonksiyonlu yeni nesil PLC'ler üretilmiştir. Bunlardan birtanesi de PLC ile Operatör Panel'lerini birleştiren OPLC'lerdir. OPLC'ler pek çok endüstriyel uygulamada kullanılabilir.

Bu çalışmada da Elektrokoagülasyon ile atık su arıtımı ve bu sistemin Operator Panel & Programmable Logic Controller yani OPLC ile otomatik hale getirilmesi incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** PLC, Elektrokoagülasyon, OPLC

**Abstract** – In recent years, it is observed that programmable microprocessor based devices are frequently used at control devices of industrial manufacturing plant. This tendency is also getting increase in our country. These devices are Programmable Logic Controllers, PLC's. Together with developing PLC's, multi function new generation Programmable Logic Controllers had been manufactured. One of them is OPLC, which integrates Operator Panel and PLC. OPLC can be used in many industrial applications.

In this study, a waste water treatment system with electrocoagulation is examined. Also this system has been automatized with the use of an OPLC.

**Key Words :** PLC, Electrocoagulation, OPLC

Tuba Sadak, Toprak İlaç A.Ş., [tubasadak@hotmail.com](mailto:tubasadak@hotmail.com)  
M. Ali Yalçın, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Esentepe Kampüsü, 54187  
SAKARYA, [yalcin@sakarya.edu.tr](mailto:yalcin@sakarya.edu.tr)

### I. GİRİŞ

Endüstriyel üretim süreçlerinde otomasyon uygulamalarına ihtiyaç arttıkça, ar-ge çalışmaları bu ihtiyaçlara cevap verecek ürünleri geliştirmeye yönelmiştir. Yarı iletken devre elemanlarının geliştirilmesi ile yarı iletken devre elemanlarından meydana gelen röleler kullanılmaya başlandı. Bu rölelerin hareketli parçalarının olmaması nedeni ile aşınma ve ark gibi sorunlardan da kurtulunmuş olundu. Yarı iletken devre elemanları teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak meydana gelen bilgisayar konusundaki gelişmeler, endüstriyel otomasyon uygulamalarına büyük yenilikler getirmiştir.

Bilgisayar teknolojisindeki yeniliklere, endüstriyel üretim süreçlerinde kullanılması için geliştirilen PLC'ler ekleninceye kadar elektrikli kontrol devreleri röleli lojik bağlantılar yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Özellikle büyük sistemlerde röle sayısının çok olması nedeni ile büyük kontrol panolarına ihtiyaç duyulmakta, montaj ve bakım çalışmalarına daha fazla zaman ayrılmakta idi.

Endüstriyel üretim süreçlerinde bilgisayarların etkin olarak kullanımı PLC'lerle başlamıştır. PLC'lerin kullanılmaya başlamasından sonra çok karmaşık kontrol süreçleri dahi endüstriyel bilgisayar da denebilecek bu cihazlarla geliştirilmeye başlamıştır. Klasik kontrol panosu içinde bulunan elektromekanik elemanların (röleler, zaman röleleri, sayıcılar) hemen hepsi PLC yapısında bulunmaktadır.

Bir kontrol sürecinde makinenin içinde bulunduğu durum algılayıcılar tarafından algılanılmakta ve bu bilgiler PLC giriş bitimi ile alınmaktadır. PLC'de işlenen bilgiler çıkış modülü yardımı ile iş elemanlarını veya onları tetikleyen kumanda elemanlarını enerjilemektedir. Günümüzde PLC'ler endüstriyel uygulamaların pek çok alanında kullanım yeri bulmuştur. Ancak otomasyon süreçlerinde genellikle pnömomatik kontrolün işlemci gurubu olarak kullanılmaktadır. PLC kontrol sistemlerinde, kullanım, sistem tasarımı, işleme alma ve bakım çalışmalarında büyük kolaylık getirmiştir. [1]



## II. PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROLÖRLER

PLC denbilecek ilk örnekler,1968 yılında, daha sonra ismi Modicon olarak değişecek olan Bedford firmasının danışman mühendisleri tarafından geliştirildi. İlk PLC General Motors Hydromatic Division için bilgisayar kontrol sistemi olarak dizayn edildi.

İlk model olan 084 bir seri halinde 1970'li yılların başlarına kadar devam etti ve 184, 384 modülleri ile tamamlandı. Bu period boyunca Modicon 284, 1084 ve onları takip eden 484 olmak üzere birkaç model daha üretti. 484 modeli bir işlemci ile 256 giriş ve 256 çıkışı kontrol edebiliyordu.

Modicon 1977 yılında Gould şirketi tarafından satın alındı. 1978'de diğer Modicon PLC'sleri ile veri transferi yapabilen Modbus data network dizayn edildi. 1980'de Modicon küçük, kompakt, düşük fiyatlı PLC sistemi olan 84 Micro'yu piyasaya sürdü. Bu sistem 64 I/O, sayıcılar, zamanlayıcılar ve matematiksel fonksiyonları kapsıyordu.

Daha sonraki gelişmeler 584M (orta boyut), 584L (büyük boyut), 884 ve 984 sistemleri ile sonuçlandı. Bu modüller analog giriş, analog çıkış, analog multiplex, solid state röle, Proportional Integral Differential (PID) kontrol içeriyordu.

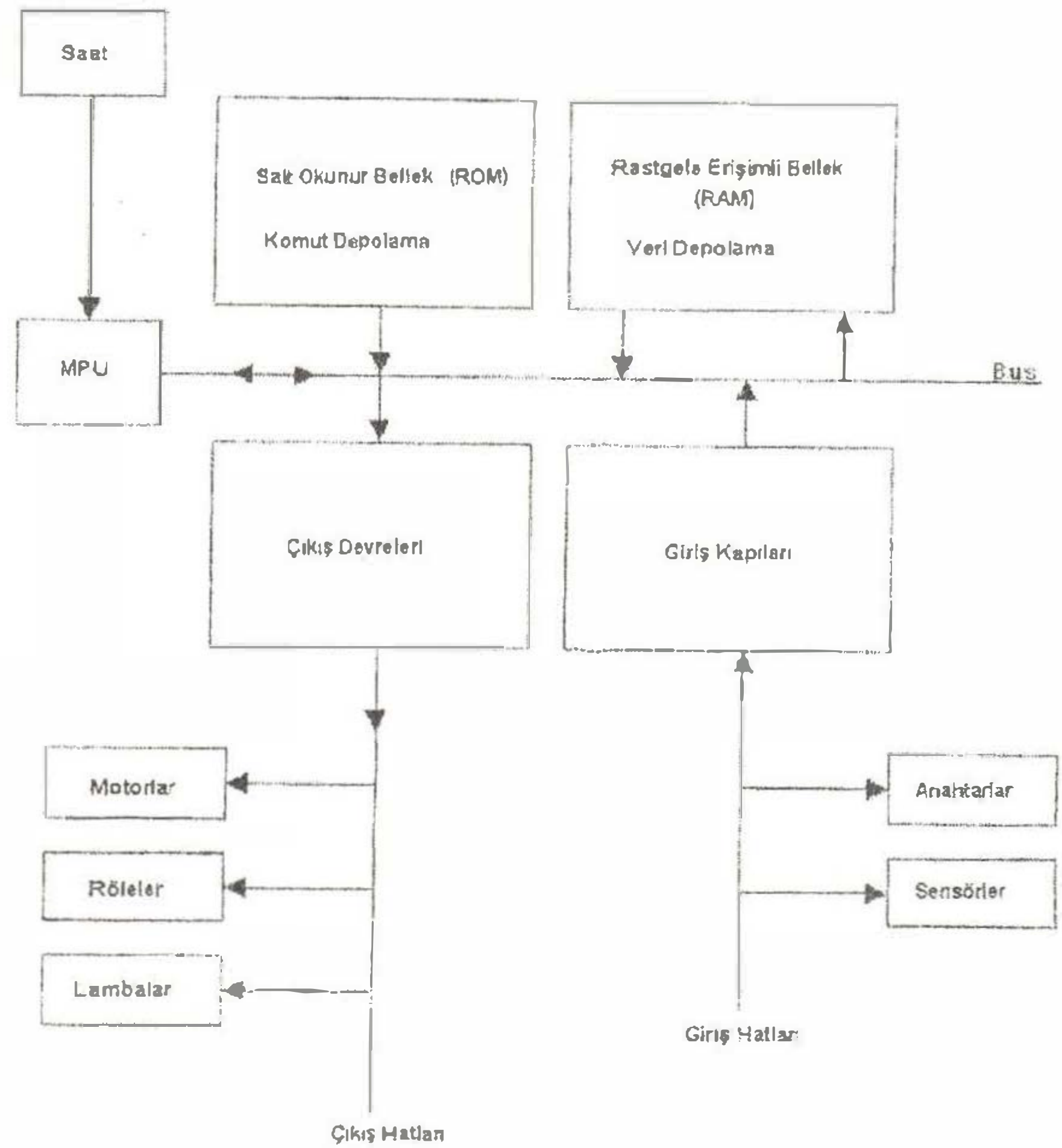
### II.1. İşlemci

PLC'nin çekirdeği mikroşlemcidir. 1970'te ilk olarak geliştirilen çip, entegre devre (IC) üzerinde bulunan birkaç diyot, direnç, kapasitör ve transistörden oluşan 4 bitlik bir üniteydi. Birkaç yıl sonra, IC'leri Orta Ölçekli Entegrasyon'lar (Medium Scale Integration, MSI) izledi. Bu, her çip üzerindeki komponent sayısının 100 civarında olmasına izin verdi. MSI, Geniş Ölçekli Entegrasyon (Large Scale Integration, LSI) tarafından izlendi. LSI her bir çip üzerinde 5.000 ile 10.000 transistöre sahipti. LSI'dan sonra her bir çip üzerinde 600.000 civarında devre içeren Çok Geniş Ölçekli Entegrasyon'lar (Very Large Scale Integration, VLSI) geldi.

Mikroşlemci saat-sürümlü zaman-ardışıl bir devredir ve sayısal bir bilgisayarın Merkezi İşlem Birimi (CPU)'su ile uyumludur. Bir mikroşlemci, veri depolamak için kullanılan Rastgele Erişimli Bellek (RAM), program komutlarının depolanması için kullanılan Salt Okunur Bellek (PROM), dış dünya ile haberleşmeyi sağlayan arayüz devreleri ve güç kaynağının bir kombinasyonudur.

PLCs 'ler

- Merkezi İşlem Birimi (CPU) ya da Mikroşlem Ünitesi (MPU)
- Hafıza : PROM, ROM, RAM vb.
- Çevre ile haberleşmeyi sağlayan Giriş\Çıkış (I/O) bölümlerinden oluşur. [2]



Şekil 1. İşlemci Sistemi Blok Diyagramı [3]

## III. ELEKTROKOAGÜLASYON

Dünya nüfusunun büyük bir kısmına temiz su temini bugün insanlığın karşılaştığı en önemli konulardan biridir. Üçüncü dünya ülkelerinde temiz su ihtiyacı kritik konudur. Nehirler, kanallar ve diğer su hazneleri, endüstriyel atıksuların gelişigüzel deşarjı ve antropolojik aktiviteler ve doğal olaylar nedeniyle kirlenmiştir. Antropolojik aktiviteler ve doğal olaylar bir çok ülkede yer altı sularının arsenik ile kirlenmesine neden olmuştur.

Atıksuların tekrar kullanımı mutlak gereklidir ve gelişmiş, çok etkili ve pahalı olmayan atıksu arıtma teknikleri geliştirilmesi gereklidir.

Atıksu arıtma teknikleri nitrifikasyon için biyolojik işlemler, denitrifikasyon ve fosfor giderme gibi biyolojik işlemler ve kimyasal ilavesi gerekli olan fiziko-kimyasal işlemleri kapsar. Yaygın kullanılan fiziko-kimyasal işlemler filtreleme, iyon-değiştirme, kimyasal çöktürme, kimyasal oksidasyon, karbon adsorbsiyonu, ultrafiltrasyon, ters osmoz, elektrodializ, buharlaştırma ve gaz giderimidir.



Elektrokimyasal teknoloji geliştirilebilir olması ve kimyasal ilavesi gerektirmemesi dolayısıyla ümit verici bir teknolojidir. Bu teknoloji elektrokoagülasyon, elektroflotasyon, elektrodekantasyon ve elektroflokülasyonu kapsar. Her ne kadar bunlardan biri ticari bakımdan uygun ise de, küçük bir bilimsel uyarı almıştır. Bu işlem, klasik arıtma tekniklerinin dezavantajlarını azaltan bir uygulamadır. Fakat elektrokoagülasyon mekanizması henüz açıkça anlaşılammıştır ve bu teknikle atıksudan metal iyonlarının uzaklaştırma etkisine tesir eden faktörler vardır.

### III.1. Teknoloji

Elektrokoagülasyonla atıksu arıtımı, sınırlı başarı ve popülerite ile 20. yüzyılda uygulandı. Son on yılda, bu teknoloji güney Amerika ve Avrupa'da metalleri içeren endüstriyel atıksuların arıtılmasında kullanılmaktadır. Kuzey Amerika'da elektrokoagülasyon kağıt endüstrisi, maden ve metal işleme endüstrilerinde birincil atıksu arıtmak için kullanılmaktadır.

### III.2. Koagülasyon ve Elektrokoagülasyon

Koagülasyon, koloidal süspansiyondaki yüklü partikülleri benzer iyonlar ile karşılıklı çarpışma ile nötralize etmek ve bir araya toplanma (aglomere) sonrada çökeltme ile sonuçlanan bir fenomendir. Koagülant uygun kimyasal madde formunda eklenmiştir. Alüminyum  $[Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O]$  atıksu arıtımında yıllardır çokça kullanılan bir kimyasal maddedir. Koagülasyon mekanizması daima tartışma konusu olmuştur. Koagülasyon koloidal partiküllerdeki bir noktadan net yüzey yükünün indirgenmesi ile sebep olduğu kabul edilmiştir. Elektrostatik itme ile stabilize edilir, van der Waals kuvvetleri ile birbirine yaklaşarak bir arada tutulur ve bir araya toplanmasına izin verilir. [4]

## IV. OPLC

### IV.1. OPLC nedir?

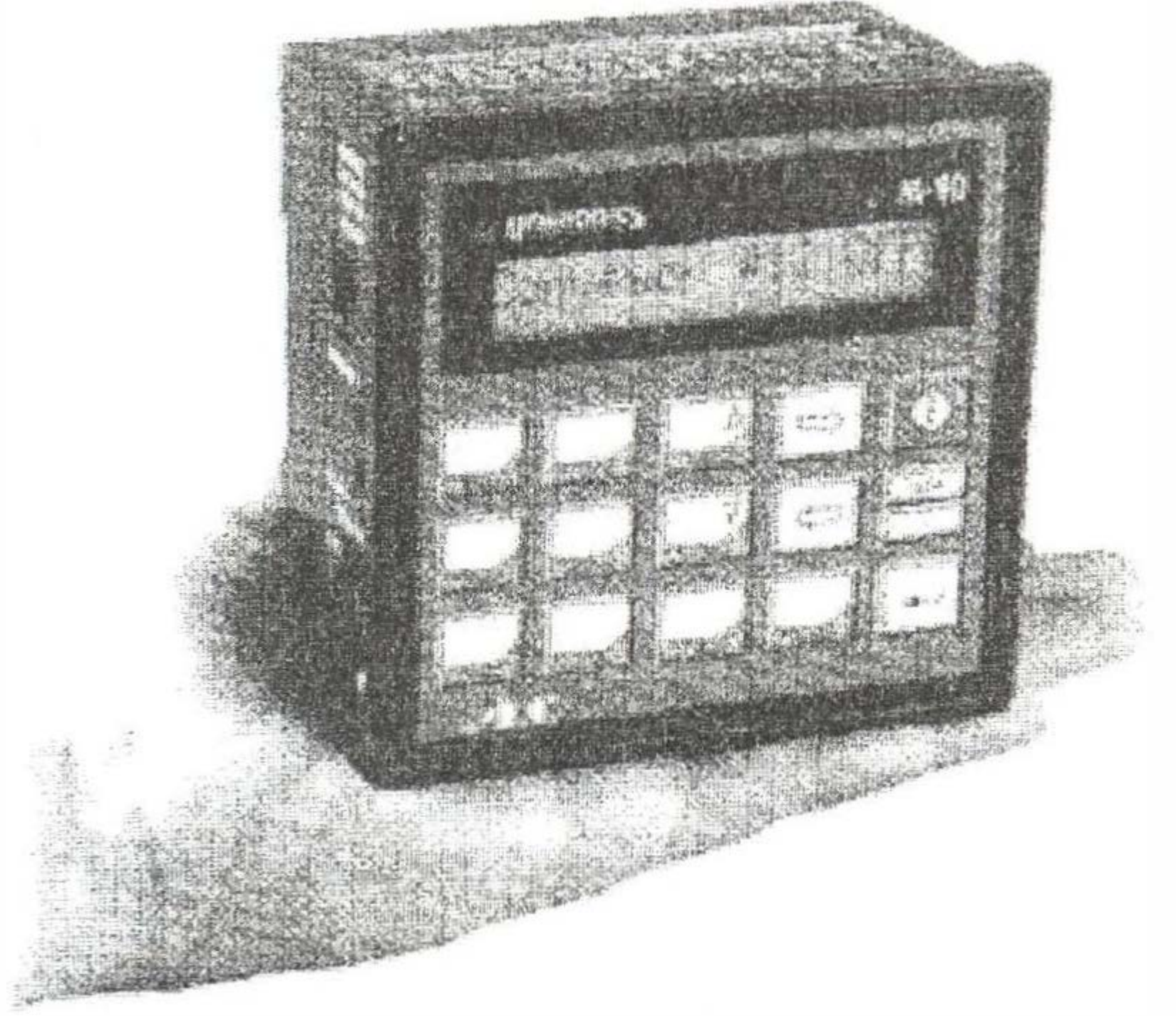
OPLC, Operatör Paneli (OP) ile PLC'yi entegre eden yeni nesil bir üründür. OPLC'nin, ön panelinde operatör arayüzü bulunur fakat arka yüzünde PLC modülü ile bağlantısı mevcuttur.

OPLC yer ihtiyacını azaltır, programlamayı kolaylaştırır ve toplam sistem maliyetini düşürür.

OPLC'nin en önemli avantajlarından biri eşsiz programlama özelliğidir. OP ve PLC'nin tek bir modülde birleşmesi iki farklı devrenin programlanması zorunluluğunu ortadan kaldırır. [5]

### IV.2. Unitronics M90 Mikro OPLC

Elektrokoagülasyon ile su arıtımı yapan sistemin otomasyonunda Unitronics M90 kullanılmıştır. M90 mikro bir OPLC'dir. Kompakt bir kontrolördür ve operatör paneli ile entegre edilmiştir. Basit kontrol işlevi hem evsel hem de endüstriyel uygulamalar için uygundur. M90 analog kontrol, CANbus ve genişleme portu gibi çeşitli yeteneklere sahip değişik modeller olarak piyasaya sürülmüştür. M90'ın bu özellikleri hem zaman hem de çevre koşulları açısından esneklik kazandırır.



Şekil 2. Unitronics M90 Micro OPLC

Şekil 2'de gösterilen operasyon paneli operatör arayüzünü sağlar. M90 operasyon paneli, LCD yazı ekranı ve tuş takımı içerir. LCD ekran, operasyon komutlarının gösterilmesinde kullanılabilir. Bu özellik M90'ın çok kolay kullanılmasını sağlar. Operatör tuş takımı, M90 bilgileri ile haberleşmek ya da varolan verileri değiştirmek için kullanır. M90 ile operatör arasındaki bu haberleşme arayüzü, İnsan Makine Arabirimi (Human Machine Interface, HMI) olarak tanımlanır.

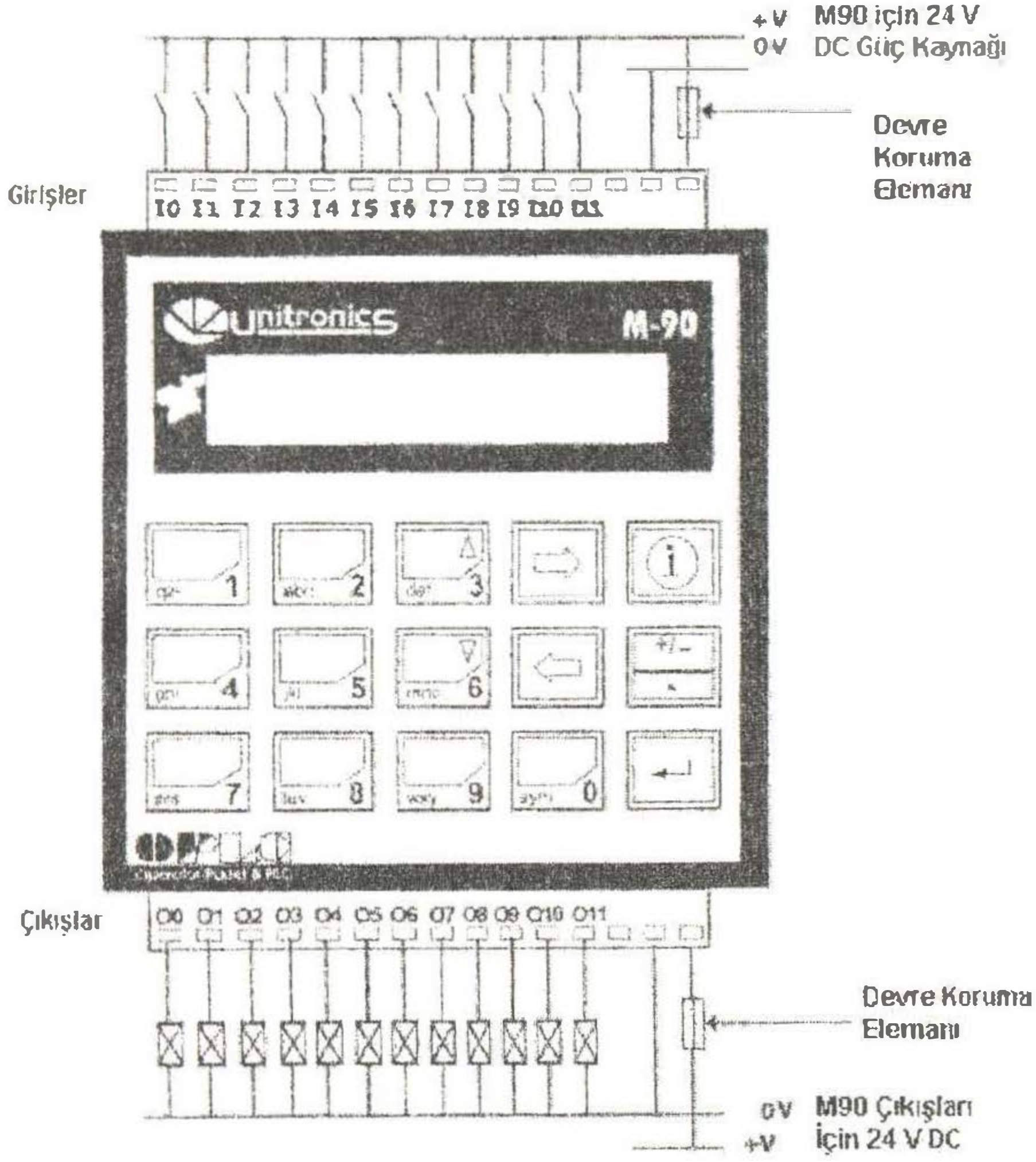
M90 operasyon paneli Bilgi Modu (Information Mode) olarak adlandırılan ek bir özellik içerir. Bilgi modu, operatöre giriş durumları ve zamanlayıcı değerleri gibi sistem verileri ile ilgili bilgi verir.

### IV.3. Teknik Özellikler



Sistemde Unitronics OPLC'nin M90 T1 modeli kullanılmıştır. Bu modelin teknik özellikleri aşağıda gösterilmiştir.

Güç Kaynağı	24 V DC
Sayısal Girişler	12 pnp (source) input
Sayısal Çıkışlar	12 pnp (source), 24 V DC
I/O Genişleme Portu	Var
CANbus	Yok
Ağırlık	260 gr [6]

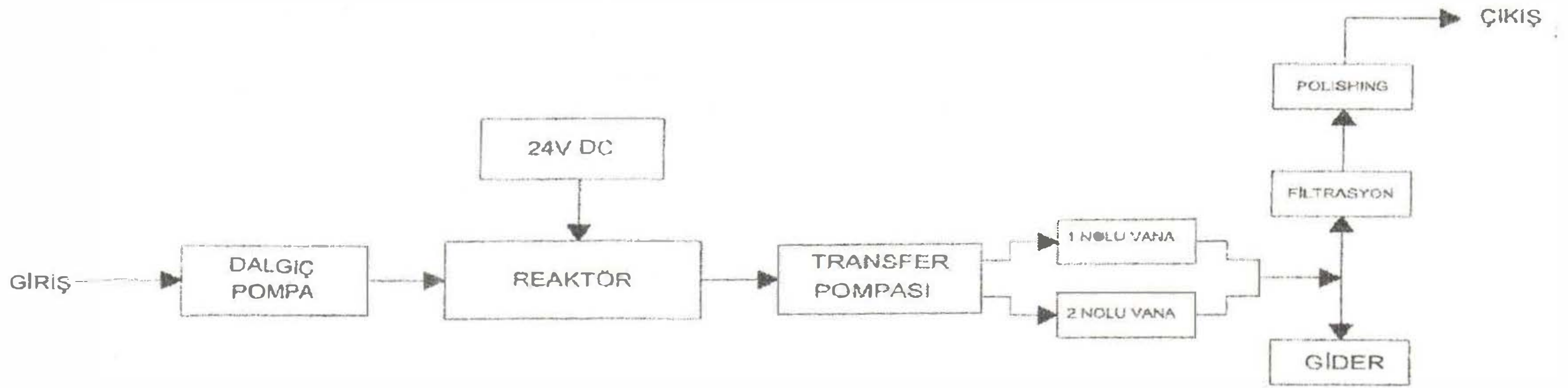


Şekil 3. M90 T1 I/O Bağlantısı

## V. SONUÇ

Bu uygulamada elektrokoagülasyon ile arıtma yapan bir sistem, Unitronics M90 OPLC ile otomatik hale getirilmiştir. Şekil 4'te blok diyagramı verilen sistemin programlanma kademeleri aşağıda verilmiştir.

1. Reaktör tankındaki su üst seviyeye gelene kadar dalgıç pompa çalışır.
2. Reaktör tankındaki su üst seviyeye geldiğinde, tanktaki plakalara 24 V DC enerji istenilen süre boyunca uygulanır.
3. Reaksiyon bittikten sonra tanktaki su alt seviyeye gelene kadar (1. kademe) 1 nolu selenoid vana açık olarak suyu filtrasyon kademesinden geçirir.
4. 2. kademe seviyeye gelindiğinde 2 nolu selenoid vana açılıp (1 nolu vana kapalı) oluşan çamur deşarj edilir.
5. Çamur deşarj edilirken dalgıç pompa da tank dolana kadar çalışır.
6. Transfer pompası çamuru istenilen dakika boyunca deşarj edip durur ve 2 nolu vana kapanır. (1 nolu vana da kapalı)
7. Dalgıç pompa tankı doldurduğunda reaksiyon tekrar başlar.



Şekil 4. Sistem Blok Diyagramı

Unitronics OPLC'nin programına örnek olması amacıyla, sistemin programından ufak bir kesit aşağıda verilmiştir.



