

## İÇME SUYU TEMİN VE DAĞITIM SİSTEMLERİNDE KULLANILAN VANA VE POMPALARDA VERİMLİLİK VE KONTROL

**Bora METİN**

Elektrik-Elektronik Mühendisi  
Tekirdağ Su ve Kanalizasyon İdaresi  
TESKİ

bora.metin@teski.gov.tr

### ÖZET

Su, Çevre ve Enerji kavramlarının önemi her geçen gün artarak hissedilmektedir. Temiz sudan sorumlu kuruluşların bütçelerinin yarısına yakını enerji sarfiyatına ayrılmıştır. Bu denli masrafla elde edilen ve bu kadar kıymetli bir kaynağın israf edilmemesi ve kaybın da en aza indirilmesi önemlidir.

Suya tam hakimiyet sağlanmalı ve bu hakimiyet; enerji ve çevre kavramları ile bir bütün olarak, sürdürülebilir olmalıdır.

Enerji sarfiyatının ana aktörü motor-pompalardır. Kayıp ve kaçığın önlenmesinde ise vanalar çok önemli bir rol oynar.

Yüzyılın başından günümüze “Nesnelerin İnterneti”, “Makinalar Arası İletişim”, “SCADA”, “Uzaktan Kontrol ve Veri Alma” gibi kavramlar ve sistemler ortaya çıkmıştır. İnsanoğlu 4. Endüstri devrimini yaşamaktadır.

Bunun yanı sıra sürdürülebilirlik ve verimlilik kavramlarının önemi artmıştır. “Toplam Üretken-Koruyucu Bakım”, “Kaizen”, “6 Sigma” gibi kavramlar birçok sektörde kullanılmaktadır. Koruyucu ve önleyici bakım sürdürülebilirlik için çok önemlidir.

Bu çalışmada; ABD Çevre Koruma Ajansı, Avrupa Birliği ve TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı talimat ve önerileri incelenmiş ve su ve enerjinin takibi ve kontrolü konuları ele alınmıştır.

### GİRİŞ

*Bu çalışmada sadece içme suyu temin ve dağıtım sistemlerinde kullanılan pompa sistemleri ve vanalardan bahsedilmiştir.*

*Ürünlerin dahili dinamikleri; tasarım, üretim detayları uzmanlık alanım dışındadır; detaylara girilmemiştir.*

*Uzaktan takip etme, veri toplama ve kontrol edebilme özellikleri üzerinden devam edilecektir.*

### MOTOR-POMPA SİSTEMLERİ

İçme suyu temini sondaj kuyularından, barajlardan ve bazı yerlerde deniz suyu arıtılarak yapılır.

Temin edilen su, arıtma tesisi, terfiler, depolar ve şebeke üzerinden musluklarımıza kadar gelir. Kaynaktan musluğa kadar olan bu süreçte ana unsur elektrik ile çalışan motorlar ve pompa sistemleridir.

EPA'nın ABD'de yaptığı bir araştırmaya göre: Su idareleri en çok enerji tüketen kurumlardan biridir. Atık su işletme giderlerinin % 25-40'ı, İçme Suyu İşletme giderlerinin ise % 80'i elektrik enerjisi için harcanmaktadır. Toplamda idare bütçelerinin %35'i enerji için harcanmaktadır.

İçme suyu ve kanalizasyon hizmetleri ülkemizde belediyelere bağlı su idareleri tarafından yapılmaktadır. Elektrik giderleri önemli bir kalemdir ve bu harcama kalemleri diğer ülkeler ile örtüşmektedir.

Enerjinin çok büyük bir bölümü, motor-pompa sistemleri tarafından tüketilmektedir.

### ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) Yaklaşımı:

EPA, 2013 tarihi “Su ve Atık Su Tesislerinde Enerji Verimliliği” isimli yayınında aşağıdaki konulara değinmiştir:

EPA, sadece harcanan enerjiyi değil, karbon salınımı ve çevre kirliliği sorunlarını da dikkate alarak enerji verimliliği için bir eylem planı yayınlamıştır.

7 aşamalı bu plan klasik PUKÖ döngüsü üzerine kurulmuştur: Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al:

Planla:

- 1- Hazırlık: Politika belirle, çerçeveyi çiz, ekip kur,
- 2- Denetle-İncele: Durum değerlendirmesi yap
- 3- Öncelikleri belirle
- 4- Hedef koy, performans kriterleri belirle

Uygula:

- 5- Hedefleri uygula

Kontrol Et:

- 6- Sonuçları takip et, ölçüm sonuçlarını değerlendir

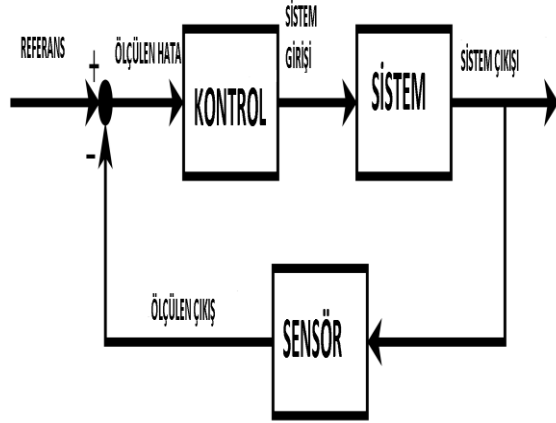
Önlem Al:

- 7- Sistemi geliştir, devamlılığını sağla

Enerji tüketiminde ana aktörün pompalar olduğunu hatırlarsak, yukarıdaki 2. ve 6. aşamaların (Denetle-İncele ve Kontrol Et) tamamen sahada dağınık halde bulunan pompalardan toplanacak sağlıklı ve sürekli verilerle mümkün olduğu görülür.

Veriler ile denetleme ve inceleme yapılırken yine bu veriler ile sistem kontrol edilmelidir.

Sistem kontrol teorisi ve geri besleme döngüsü bütün kontrol sistemlerinde benzer şekildedir.



Şekil 1- Kontrol ve Geri Besleme döngüsü

#### Sensörler:

Pompa-motor ve sürücülerin sadece enerji sarfıyatı değil, frekans, harmonikler, güç faktörü, akım, faz dengesi, titreşim, aşırı ses, sıcaklık, çekilen debi gibi hususları da takip edilerek pompa sistemi verimi hesaplanabilir. Ayrıca olası sorunlara önceden müdahale edilerek performansın sürekliliği sağlanabilir.

Gerçek dünyaya ait bu fiziksel parametrelerin, veriye dönüşebilmesi için verilerin işlenebilir hale getirilmesi gerekir. Bu dönüşüm sensörler ile yapılır. Sensörler çeşitli sektörlerde prob, transduser, elektrod olarak da adlandırılmaktadır.

Gelişmiş sensör teknolojisi ile gerçek dünyada var olan birçok değişken (sıcaklık, basınç, debi, pH vs) veri olarak kullanılabilir hale gelmektedir.

Her ne kadar 4. Endüstri Devriminin göze çarpan teknolojileri bilişim ve elektronik olsa da, sahada verileri toplayan ve bu verilerin sürekli ve güvenilir olmasını sağlayan unsur sensör teknolojileridir.

Elektrik motorlarında mevcut uygulama termik anahtarlar ile motorların aşırı sıcaklıktan korunmasıdır. Motor sıcaklığını sürekli takip etmek için ise gövde üzerine harici sensörler takılmakta ve sıcaklık takibi yapılmaktadır.

Bu sensörlerin üretim aşamasında, dahili olarak gövde içine yerleştirilmesi bir öneri olarak sunulur. Bu yöntem ile verilerin sağlıklı ve sürekli olması sağlanacaktır. Bu yapılırken sensörden alınacak çıkış değerlerinin endüstriyel otomasyon kullanımına uygun olması gerekir (4-20 mA çıkış katmanı gibi).

Pompa sistemlerinde susuz çalışmayı önlemek amacıyla, pompa yapısına entegre seviye sensörlerinin geliştirilmesi de bir öneri olarak sunulabilir. Bu sensörden alınacak “sıvı yok” verisi ile pompa uzaktan veya otokontrol ile otomatik olarak durabilecek ve ilgili yerlere bu bilgiyi iletebilecektir.

Sıcaklık ve seviye sensörünün dahili olması örneği, titreşim ve ses ölçümleri için de değerlendirilebilir.



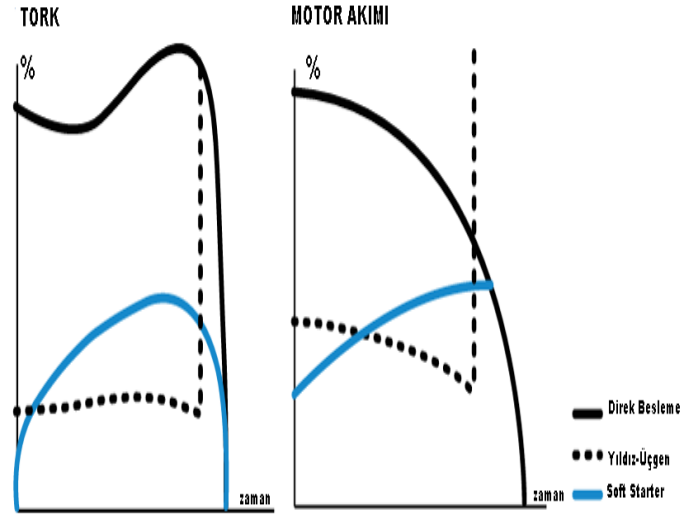
Şekil 2- Dışardan yapıştırılmış, sıcaklık sensörü ve sargıyla entegre dahili sensör.



#### Pompa-Motor Sürücüler:

Her elektrik motoru belirli bir yöntemle beslenmeli ve kontrol edilmelidir. Bu işi sürücüler yapar. Motorlarda en kritik an kalkış anıdır.

Kalkış akımı ve kalkış torku ihtiyaçlarına göre çeşitli sürücü tipleri kullanılır.



Şekil 3- Motor sürücü tipleri akım ve tork grafikleri

Aşağıdaki tabloda sürücü tipleri, avantaj ve dezavantajları ile sıralanmıştır.

| SÜRÜCÜ                       | AVANTAJ                                | DEZAVANTAJ          |
|------------------------------|----------------------------------------|---------------------|
| <b>Direk Besleme</b>         | Ucuz<br>Yüksek kalkış torku            | Yüksek kalkış akımı |
| <b>Yıldız-Üçgen</b>          | Düşük kalkış akımı                     | Düşük kalkış torku  |
| <b>Oto-Transformer</b>       | Düşük kalkış akımı                     | Büyük ebatlı        |
| <b>Soft Starter</b>          | Düşük kalkış akımı<br>Aç/Kapa kontrolü | Düşük kalkış torku  |
| <b>Değişken-Hızlı Sürücü</b> | Hız kontrolü                           | Pahalı              |

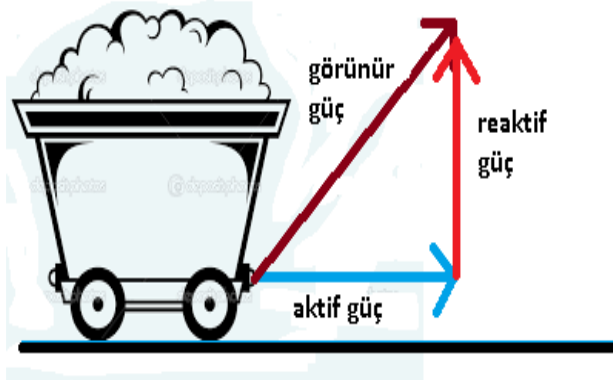
Soft Starter ve Değişken Hızlı Sürücüler sahip oldukları ölçüm ve iletim teknolojileri ile uzaktan veri iletimine ve kontrole daha uygundurlar.

Sondajlarda sabit yük, sabit hız ve sürekli çalışma koşulları nedeniyle Soft-Starter tercih edilmektedir.

#### Elektrik Kompanzasyonu:

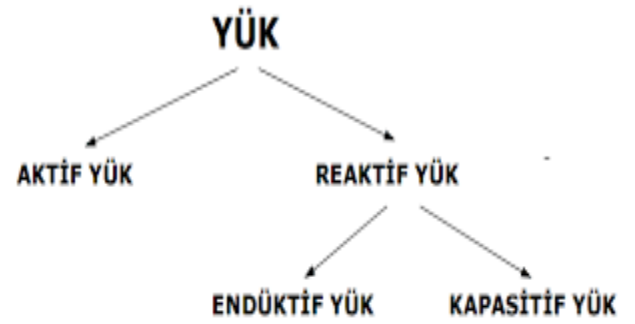
Kullanılmayan enerji (reaktif enerji) en aza indirilerek, fiziksel olarak değilse de ekonomik olarak tasarruf sağlamayı sağlayan bir yöntemdir.

Elektrik aboneleri görünür güç üzerinden fatura öderler. Ancak asıl ihtiyaçları olan ve gerçekte kullandıkları aktif güçtür.



Şekil 4- Görünür Güç, Aktif ve Reaktif Güç Mekanik Analojisi

Elektrik motorları sargı (bobin) yapıları nedeniyle endüktif yükür. Sistemin kapasitif yük (kapasitörler) eklenerek dengelenmeleri gerekir. Bu dengeleme işlemi kompanzasyon olarak adlandırılır.



Şekil 5- Yük tipleri

Kurumumuzda uygun noktalara kompanzasyon yapılarak elektrik faturalarından, senelik % 3 tasarruf sağlanmaktadır.

#### Motor-Pompa Seçimi:

İşletme verimliliğinin yanı sıra, yatırım planlaması yapılırken ve pompa seçiminde su kaynağı hakkında da gerekli verilere sahip olunması gerekir. Kullanım yerine uygun olmayan pompalar verimli çalışmayacaktır. Uygun pompa seçimi için kaynaktan toplanan sürekli ve sağlıklı verilere ihtiyaç duyulur. Debi ölçümü en temel verilerden biridir.

Debi bilgisinden yola çıkılarak yapılan kullanım istatistikleri de yeni yatırımların akılcı olmasına ve uzun vadede kaynakların etkin kullanılmasına olanak sağlayacaktır.

| AŞAĞI SEVİNDİKLİ ÜRETİLEN SU TABLOSU       |                      |
|--------------------------------------------|----------------------|
| Aşağı Sevindikli Üretilen Su Tablosu       |                      |
| Anlık Debi                                 | Anlık Debi: 361 l/sn |
| Son Bir Saatte Sisteme Verilen Toplam Su   | 1020 m³              |
| Bir Önceki Gün Sisteme Verilen Toplam Su   | 27330 m³             |
| Bir Önceki Hafta Sisteme Verilen Toplam Su | 142600 m³            |
| Bir Önceki Ay Sisteme Verilen Toplam Su    | 1067910 m³           |
| Bir Önceki 6 Ay Sisteme Verilen Toplam Su  | 1067910 m³           |
| Bir Önceki Yıl Sisteme Verilen Toplam Su   | 0 m³                 |
| Sisteme Verilen Toplam Su                  | 1243542 m³           |

Şekil 6- SCADA Havza takip ekranından bir görüntü (TESKİ)

## Bakım-Onarım:

Motor-Pompa sisteminin uzaktan takip edilebiliyor olması arızalara erken ve etkili müdahale olanağı sağlar. Erken müdahale ile işgücü, zaman, su ve enerji tasarrufu sağlanır.



Şekil 7- SCADA Derin Kuyu Motor-Pompa takip ekranından bir görüntü (TESKİ)

## VANALAR

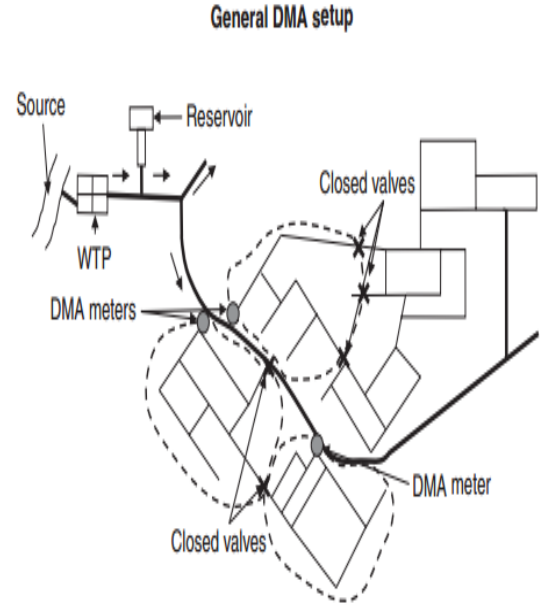
**Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources (2012)**  
**Avrupa'nın Su Kaynaklarının Korunmasına Yönelik Bir Plan (2012)**

AB tarafından yayımlanan bu planla birlikte ülkemizde Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerinde Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği (Mayıs 2014) yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğin özü kayıp ve kaçakları en aza indirmektir. Yönetmeliğe bağlı teknik usuller tebliğinde ise şebekelerin sürekli izlenmesi ve alınan verilere göre debi takibi ve basınç düzenlemesi yapılması tarif edilmiştir.

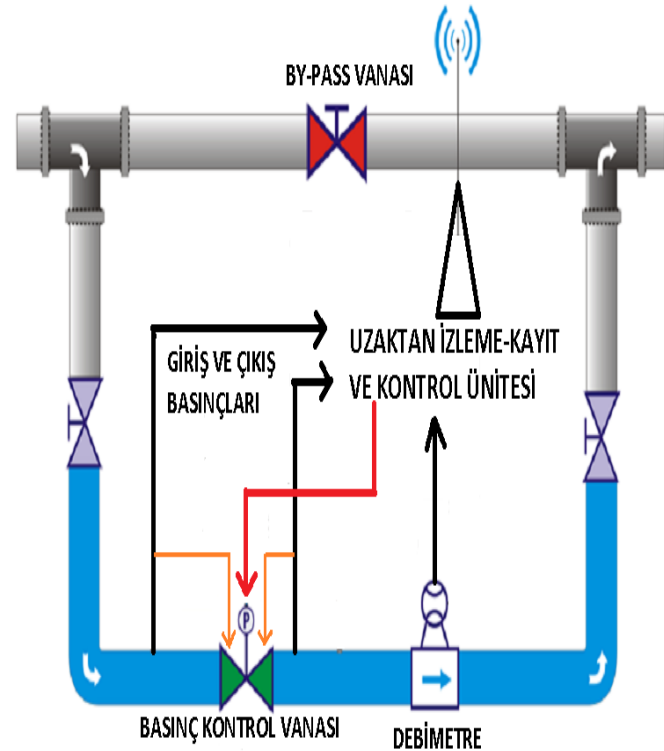
Yönetmeliğe bağlı Teknik Usuller Tebliğinde geçen İzole Alt Bölge (DMA: District Metering Area) ve Basınç Kontrol Yöntemi:

**“MADDE 10 – (1) İçme-kullanma suyu temin ve dağıtım sistemini kontrol edebilmek için öncelikle şebekenin nispeten küçük ve izole edilmiş, kontrol edilebilen alt bölgelere ayrılması gerekir..... Alt bölgelerin oluşturulması sistemin optimum bir şekilde yönetilmesini sağlar. Alt bölgeler, sistemin doğru analiz edilmesine, abonelere yönelik güncel ve doğruluğu yüksek su tüketim verilerinin temin edilmesine yardımcı olur. Bu bölge girişlerinde sisteme verilen su miktarı, su basıncı ve su kalitesinin izlenmesiyle arıza tespiti yapılarak su kayıpları önlenir. Alt bölgeleme ile su kayıplarının yüksek olduğu yerler ile öncelik verilecek bölgeler tespit edilir. Arıza noktasına**

*ulaşmak için giderek daralan bir alanda sistematik olarak çalışmak gereklidir, alt bölgelerde aktif kaçak kontrolü yapılarak borulardaki sızıntılara erken müdahale edilebilir ve böylece su dağıtım sisteminin daha güvenilir olması sağlanır. Alt bölgelerde uygun basınç kontrol yöntemleri ile su kayıpları ve arızaları azaltılabilir”...*

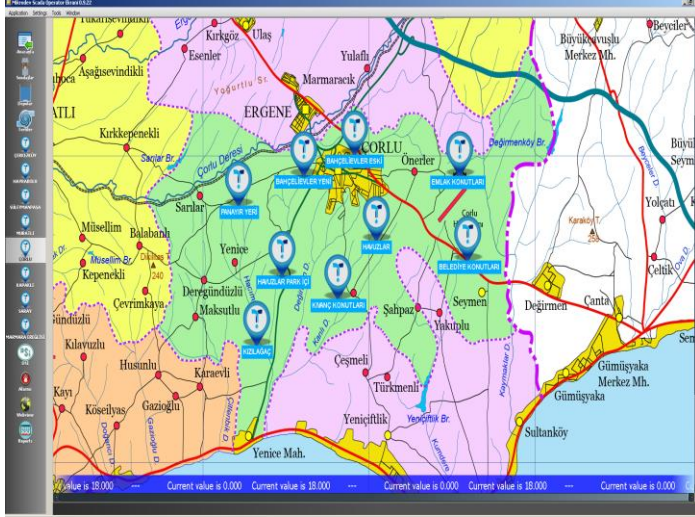


Şekil 8- İzole Alt Bölge (DMA)



Şekil 9- DMA Odası: Basınç Takibi-Kontrolü ve Gece Debisi Takibi

Basınç düzenlemesi, basınç sensörleri ve debimetrelerden alınan verilere göre vanalar ile otomatik olarak yapılacaktır. Bu uygulama için piyasada “basınç kontrol vanası” adıyla ürünler mevcuttur.



Şekil 10- Çorlu İlçe Merkezi, İzole Alt Bölge (DMA) çalışması, SCADA Ekranı (TESKİ)

## VERİ ALMA ve KONTROL ETME

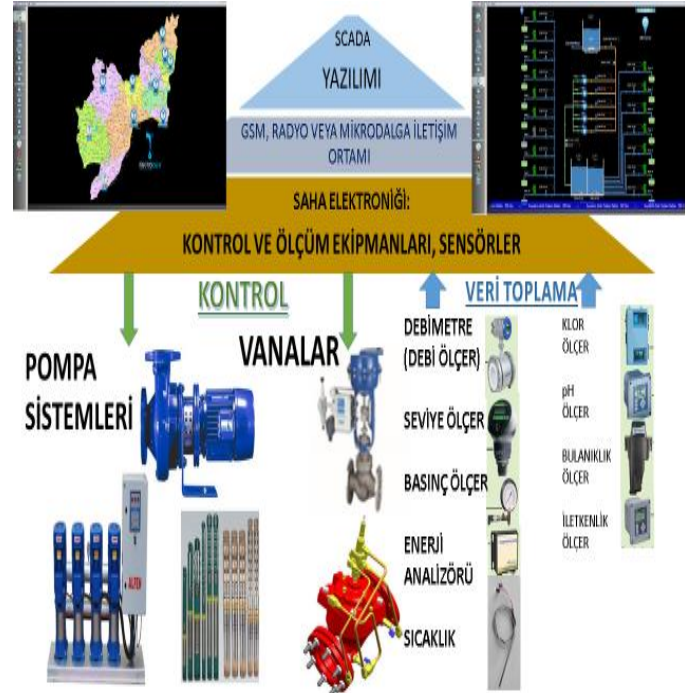
Çalışmanın buraya kadar olan kısmında sıkça geçen “veri alma”, “kontrol etme”, “takip etme” gibi terimlerin bir araya gelip, vücut bulduğu sistemlere, su işletmelerinde Yönetmelik Kontrol ve Veri Alma (SCADA) adı verilmektedir.

Tıpta “telemetri”, endüstride “DCS-SCADA” adıyla anılan bu yöntem yaşamın her alanına hızla yayılmaktadır. Sistemin temeli Şekil-1 deki Kontrol ve Geri Besleme döngüsüdür.

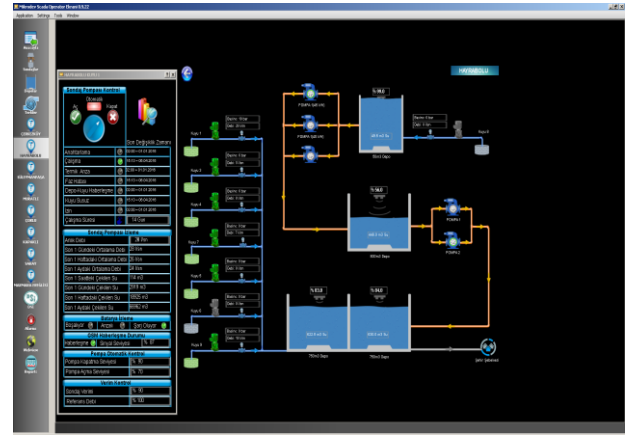
Sistemin standartları ve iletişim protokolleri otomasyon sektörü tarafından belirlenmektedir. 4-20 mA, RS 232, RS 485 katman ve MODBUS, DNP, IEC60870-5 protokollerinin incelenmesi yararlı olacaktır. Bu konuda ISO/IEC ve ISA (International Society of Automation) kaynakları incelenebilir.

### Yönetmelik Kontrol ve Veri Alma Mimarisi:

Sistem temel olarak üç katmandan oluşur:  
Saha Elektronik-İletişim-Yazılım



Şekil 11 – İçme Suyu SCADA sı (TESKİ)

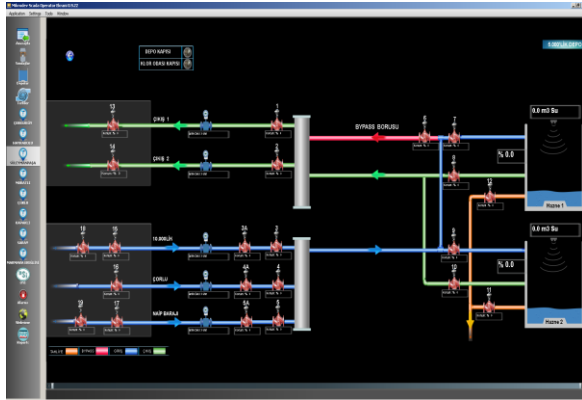


Şekil 12- SCADA Örnek İlçe Ekranı (TESKİ)





Şekil 13- SCADA Örnek Derin Kuyu Kontrol-Takip Ekranı (TESKİ)



Şekil 14- SCADA Örnek Vana Kontrol-Takip Ekranı (TESKİ)

#### Saha Elektroniği:

Pompa-motor sürücülerinin ve vanaların kontrol ekipmanları, sensörler, enerji analizörleri ve RTU veya PLC gibi mikro-bilgisayarlı kontrol elemanlarını kapsar.

4-20 mA, MODBUS, DNP 3 gibi standart endüstriyel iletişim katman, yöntem ve protokolleri burada anahtar rol oynar. Sürücüler ve vana aktuatörleri bu yöntem ve protokollere uygun olmalıdır.

#### İletişim:

GSM-Radyo dalgaları veya mikrodalga kullanılır.

#### Yazılım:

Yazılım ucu olmayan, engin bir okyanustur. Sahadan sağlıklı veri toplanması esastır. Bu veriler üzerine inşa edilecek iş zekası uygulamaları ile su ve enerji tasarrufu, yeni projeler ve yatırımlar planlama, iyileştirme ve bakım faaliyetleri organize edilebilir.

Motor-pompa sistemleri için basit bir örnek vermek gerekirse: Üreticinin öngördüğü motor akımı ile çekilebilecek su bilgileri referans alınır. Gerçekte çekilen akım ve debi verileri izlenerek orta ve uzun vadede sondaj verimi, motor ve pompa performansı hesaplanabilir. Bu veriler ışığında bakım, değişim ve yatırım faaliyetleri organize edilebilir.

## SONUÇ

Pompa ve vana üreticileri ve kullanıcıları kendi mesleki dinamikleri içinde materyal, tasarım ve üretim alanlarında en iyiyi yakalamaya çalışmaktadırlar.

Buna ek olarak Motor-Pompa ve Vana sektörleri 4. Endüstri devrimi içinde hızla yerini almalıdır. Bunun için sensör ve otomasyon teknolojileri gibi diğer mesleki disiplinler yakından izlenmelidir. Takip ve kontrol edilebilir ürünlerin daha ileri düzeylere getirilmesi, kullanım alanlarında performans ve verimliliği sürekli takip ve kontrol edilebilir sistemlerin ve kullanıcı çözümlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Bunun için otomasyon uygulama ve standartları, sensör teknolojileri, yasal düzenlemeler ve gelişen kullanıcı talepleri yakından takip edilmelidir.

## KAYNAKLAR

- 1- Local Government Climate and Energy Strategy Guides-Energy Efficiency In Water And Wastewater Facilities: EPA / USA (2013)
- 2- Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources: European Commission (2012)
- 3- İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerinde Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği: T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı (2014)
- 4- International Water Association- Water Losses Task Force

## ABSTRACT

The importance of Water, Environment and Energy has significantly increased day by day. Institutions responsible for providing clean water have spared almost half of their budgets to energy consumption. It is of utmost importance not to waste such precious source obtained at very high costs and to reduce its loss to a minimum level.

There should be a full control on water and this control should be sustainable in accordance with energy and protecting environment.

The major perpetrators of energy consumption are motors and pumps. Valves also play a key role in controlling and reduction of water loss.

Since the beginning of this century, concepts and systems like “Internet of Things”, “M2M”, “SCADA” have emerged. Mankind is going through the 4<sup>th</sup> Industrial revolution.

In addition to these, importance of the concepts like sustainability and efficiency has increased. Methods such as TPM, Kaizen, and Six Sigma are used in many sectors. Preventive and protective maintenance is very important for sustainability.

In this report, directions and suggestions of; US-EPA, European Commission and Turkish Ministry of Forest and Water have been evaluated and tracing and controlling of water and energy have been discussed.

Pump-motor and valve industry must be able to take place in the fourth industrial revolution as soon as possible. Other professional disciplines such as; sensor and automation technologies and standards must be followed in order to design more traceable and controllable products and customer solutions.