

ALGORİTMİK KONTROL ESASLI TARIMSAL SULAMADA ENERJİ VE SU OPTİMİZASYONU

Metin Çelik^{1*}, Nazım İmal²

¹Elektrik Elektronik Mühendisliği, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Türkiye

²Elektrik Elektronik Mühendisliği, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Türkiye

*(metincelik3311@gmail.com) Başlıca yazarın mail adresi

(Geliş Tarihi: 04 Haziran 2023, Kabul Tarihi: 20 Haziran 2023)

(1st International Conference on Pioneer and Innovative Studies ICPIS 2023, June 5-7, 2023)

ATIF/REFERENCE: Çelik M. & İmal, N. (2023). Algoritmik Kontrol Esaslı Tarımsal Sulamada Enerji ve Su Optimizasyonu. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(5), 20-24.

Özet – Günümüzde, artan insan nüfusunun gıda ihtiyacını karşılayabilmek için, bu ihtiyacı karşılamada en önemli unsurlarından olan tarımsal üretimin de artması gereklidir. Tarımsal üretim için zaruri olan ve yeterli miktarda olmayan kullanılabilir su kaynağının daha etkili, verimli ve tasarruflu kullanılma zorunluluğu giderek daha da artmaktadır. Dünyamızın büyük bir kısmı su kaplı olmasına rağmen, canlıların ihtiyacı olan tatlı su kaynaklarının azalması ve kirlenmesi ile birlikte insan nüfusundaki artış temiz su kaynaklarına erişim imkânını her geçen gün daha da azaltmaktadır. Bu etkenler, günlük kullanımdaki ve tarımsal amaçlı su tüketiminin geçmişe oranla daha mantıklı ve tasarruflu olmasını gerektirmektedir. Elektrik enerjisinin üretiminde, maliyeti değişken farklı yöntemler kullanılmakla birlikte, enerji ekonomisinin sağlanması adına, bu enerjinin tarımsal sulamada tasarruflu kullanılması da azımsanmayacak derecede önem arz etmektedir. Burada, tarımsal amaçlı kullanılan su tüketiminde, bitkinin su ihtiyacının yeterli miktarda karşılanmasının sağlanmasının yanı sıra, su kaynaklarından çekilen suyun ve sulama sistemlerinin çalışmasında kullanılan elektrik enerjisinin minimuma indirgenmesini amaçlayan bir çalışma gerçekleştirilerek, elde edilen veriler açıklanmıştır. Sistemin çalışmasının temel şartı elektrik enerjisinin mevcudiyetidir. Çalışmamızda toprak, bitkisel su tercihleri ve atmosferik verilerin dışında; su kaynağı, depolama sistemleri ve sulama sistemlerinden elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, en etkili ve verimli biçimde algoritmik kontrol yöntemleri kullanılarak, tasarruf optimizasyonu amaçlı tarımsal su temininin nasıl gerçekleştirilebileceği, algoritmik yöntemler yardımıyla modellenmiş ve açıklanmıştır. Verilerin değerlendirme işlemleri, mikroişlemci mimari desteği içeren “PIC” yapı üzerinden gerçekleştirilmiş olmakla beraber, sistemin farklı mimari yapılara da entegre edilebilmesi mümkündür.

Anahtar Kelimeler – Algoritmik kontrol, Enerji, Optimizasyon, Tarımsal sulama

I. GİRİŞ

Enerji kullanımının yoğunluk arz edebildiği tarımsal sulama sistemlerinde, algoritmik kontrol sistemlerini aktif kılan metodolojik yaklaşımların kullanımı, özellikle günümüz şartlarında büyük önem arz etmektedir. Kısıtlı enerji ve su kaynaklarının en uygun biçimde ve verimli

kullanımının sağlanabilmesi her ne kadar son karar verici insanlara bağlı olsa da, sistematik olarak iyi tasarlanmış bir sistemde, insanların müdahalesine minimum ihtiyaç duyularak olumlu sonuçlar alınabilir.

Tarımsal bir sulama sisteminde sistemin temel girdileri olarak; kaynaktaki su miktarı, atmosferik sıcaklık, atmosferik nem, toprağın nemi vb.

bilgilerin mantıksal bir süzgeç içerisinde değerlendirilmeleri yer almaktadır. Normal şartlarda, klasik olarak kontrol ve karar mekanizmalarının manuel olarak gerçekleştirildiği benzer uygulamalardan daha iyi şartlarda çözüm oluşturulabileceği görüşü ile burada daha bilimsel bir metodolojik yaklaşım ele alınmaktadır. Öne sürülen bilimsel ve teknolojik yaklaşımların ayrıntıları çalışma içerisinde belirtilmekte olup, sağlanabilecek kazanımlara ait değerlendirmeler de ayrıca açıklanmaktadır.

II. ENERJİ VE ENERJİNİN TARIMDAKİ ÖNEMİ

Güç ve enerji kavramı insanlığın tarihsel değişimi boyunca, gelişen kavramlar olup, tarihin ilk evrelerinde insan ve hayvan kaynaklı olarak ekseriyetle yer almışlardır. Makinelerin yer almaya başladığı tarihin son evrelerinde ise yakıtlar, rüzgâr ve hidrolik esaslı dönüşümler ile elde edilen enerji kaynaklarının değerlendirildiği görülmektedir.

Günümüz ve günümüze yakın dönemlerde enerji üretim tercihleri ele alındığında yakıtlar, rüzgâr ve hidrolik esaslı kaynaklara fotovoltaik sistemlerin de eklenmiş olduğu görülmektedir. Tüketim esaslı enerji kaynaklarının değerlendirilmelerinde ise; mekanik, ısı ve kimyasal tüketimlerin yanı sıra elektrik enerjisi tüketiminin çok daha ön plana çıktığı görülmektedir.



Şekil 1. Tarımsal sulama

Yenilenebilir enerji üretim yöntemlerinin çok daha yeterli olması ile fosil yakıtlara ihtiyaç duyulmaması arzu edilen çevreci bir yaklaşım olsa da, aşırı miktarda olan elektriksiz enerji talebini karşılamaya yönelik olarak, fosil yakıtlar hala en önemli tedarik sağlayıcı durumundadır. Bu bakımlardan zor şartlarda ve yüksek maliyetlerle

elde edilen elektrik enerjisini mümkün olduğunca verimli ve etkili kullanma zorunluğu vardır.

Benzer biçimde tarımsal sistemlerde ve sulama tesislerinde de enerjiyi ve elektrik enerjisini en optimum düzeyde etkili kullanarak, enerji verimliliğindeki artışla üretim maliyetini minimize etme zorunluluğu şarttır [1, 2, 5]. Şekil 1’de de görüldüğü gibi, günümüzde yaygın olarak kullanılan tarımsal sulama sistemlerinde en ideal çözüm, rakım farkının oluşturduğu akışkanlıktan yararlanarak, sıfır enerji ihtiyacı ile sulamanın gerçekleştirilmesi olmakla birlikte, çoğu kez arazi ve yükselti şartlarından bu mümkün olamamaktadır.

Tarımsal esaslı su kullanımı su kullanımlarında birçok kez makinelerin yer aldığı çözüm yöntemleri tercih edilmek zorunda olup, makinelerin devinimini sağlamak için fosil yakıtlı motorlar ya da elektrik enerjili motorların kullanımı gerekmektedir. Hangi kaynak esaslı makine kullanılırsa kullanılsın, enerjinin verim ve maliyet esaslı etkin kullanımını sağlamak için optimizasyonun uygun şartlarda gerçekleştirilmesi gerekir [7, 8,10].

III. OPTİMİZASYON SİSTEMİNDE KULLANILAN ALGILAYICILAR VE KONTROL EKİPMANLARI

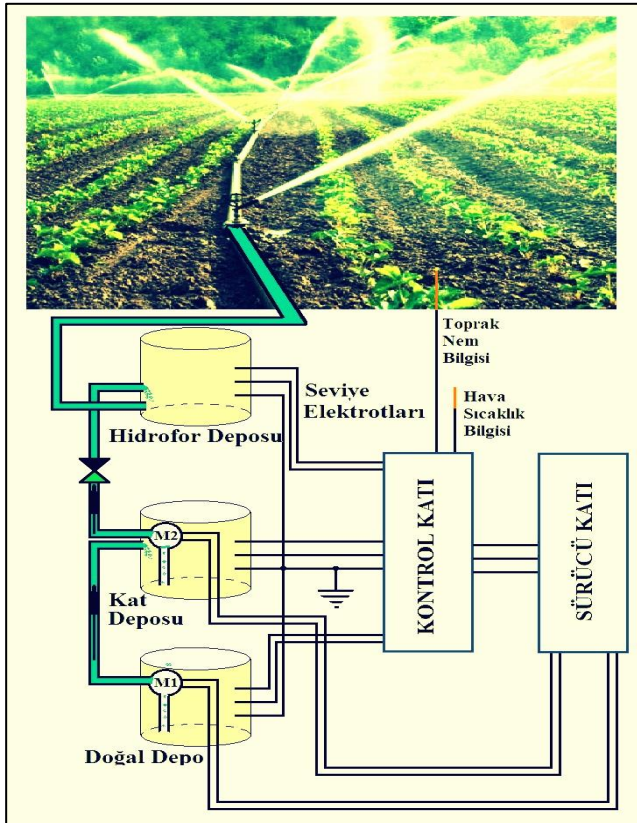
Tarımsal amaçlı kullanılan su tüketiminin yeterliliğinin sağlanmasının yanı sıra, su kaynaklarına verebileceği zararı minimuma indirmek için çalışma içerisinde bir algoritma tasarlanmıştır [3, 6]. Bu algoritma aracılığıyla bitkisel su tercihleri ve atmosferik verilere uygun olarak bir sulama yapabilmek amacıyla çeşitli verilerin algılanarak, kontrol katı içerisindeki değerlendirilmesi ve bu değerlendirme sonuçlarının gerekli ekipmanlara yönlendirilmesi gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamında geliştirilen algoritmaya uygun olarak, farklı uygulama senaryoları çalışma içerisinde simule edilerek sonuçları ayrıca yorumlanmaktadır [4, 9].

A. Sistemde Kullanılan Elemanlar

Sistem tasarımına uygun olarak; öncelikle suyun sağlandığı kaynak ve depo su seviyesinin ölçülmesi, basınçlandırma aşamasında sisteme verilen su

basıncının ölçülmesi, toprağın ve havanın nem seviyesinin ölçülmesi ile havanın sıcaklığının ölçülmesi için gerekli algılayıcıların kullanılması gerekmektedir. Sonraki aşamalar ise, elde edilen verilerin değerlendirilerek, sistemin işlevsellik kazanmasıdır.

Su seviye sensörü, su kaynağının yeterli su seviyesinde olup olmadığını ölçülmesi ve depoda yeterli suyun varlığının bilinmesi amacıyla kullanılmakta olup, burada tasarlanan sistemin verimli ve sağlıklı çalışmasını sağlayan önemli verileri sağlayan ekipmanlardan biri olmaktadır. Su seviyesinin tespiti sistemde yer alan pompaların gereksiz çalışmasını önleyecek ve sistem verimliliğini arttıracaktır [3].



Şekil 2. Tasarlanan tarımsal sulama otomasyonu

Çalışma içerisinde; şekil 2’de görüleceği üzere, sistemin işlevsellik kazanmasına yönelik olarak “PIC” esaslı mikroişlemci yapılar, toprak nem sensörü, hava sıcaklık sensörü, programlama kartı, yazılım, basınç sensörü ve diğer yardımcı elamanlar kullanılarak sistemin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

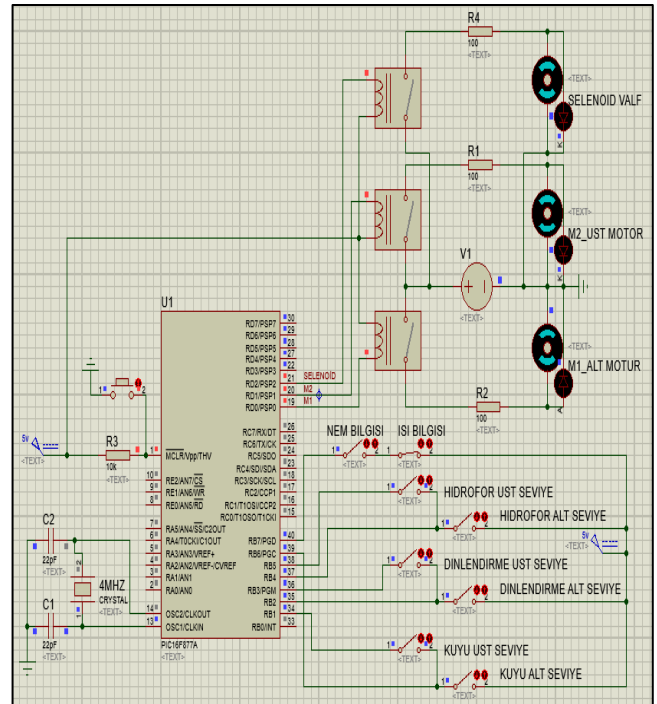
IV. ALGORİTMİK KONTROL ESASLI TARIMSAL SULAMADA ENERJİ VE SU OPTİMİZASYONU

Tasarlanan sulama otomasyonunun kontrolünün sağlanmasına yönelik olarak, şekil 3’de ana hatları görülen devre şeması kullanılmış olup, buradaki mikroişlemci mimari yardımıyla, sensörlerden kaynaklı birçok veri işlenerek anlamlı çıktılar elde edilmeye çalışılmıştır.

A. Sistem Algoritması ve Akış Şeması

Şekil 2 ve Şekil 3 uygulama şemaları verilen tarımsal sulama tasarım sisteminin kontrolü için, gerekli prensip şema Şekil 4’de verilmiş olup, bu şemadaki kontrol akış yönlerine uygun olarak tarımsal sulama otomasyonu içerisinde yer alan ekipmanlar, gerektiğinde çalışmakta ya da devre dışı kalmaktadırlar. Sistemde ileri yol kontrol akışı olarak; kuyuya gelen su, depo, hidrofor tankı ve sulama valf çıktısı işlev görmektedir [12].

Sistemde geri yol kontrol akışı olarak ise, toprak nem bilgisi ve hava sıcaklık bilgisinin yanı sıra tüm su haznelerindeki (kuyu, depo ve hidrofor) su seviye bilgilerinden negatif geri besleme ile kontrol sağlanmaktadır.

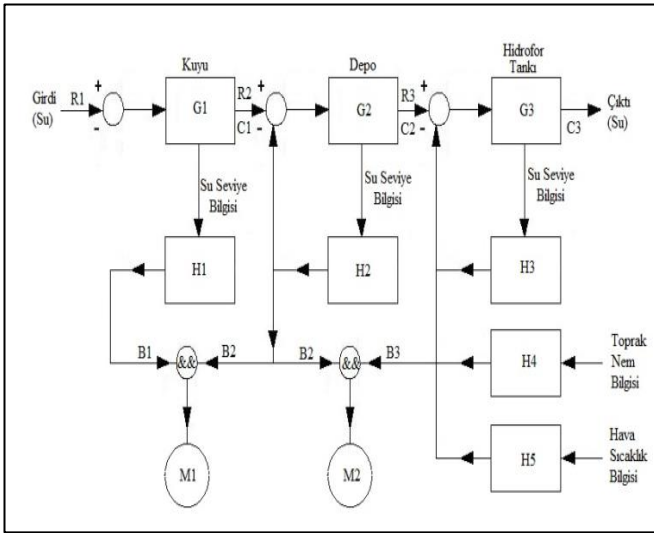


Şekil 3. Tasarlanan devre şeması

Sistemin çalışması ele alındığında, ileri transfer fonksiyonunu sağlamaya yönelik olarak M1 ve M2

motorlarının aktif (1) ve pasif (0) olduğu kontrol aşamalarına ait farklı senaryo durumları görülmektedir. Bu senaryolarda sulama valfinin aktif (1) olması durumu ele alınmış olup, hidrofor su yetersizliği, nem yeterliliği ve hava sıcaklığının norm dışı olma durumlarında sulama valfi pasif (0) duruma geçmektedir [12].

Sulama valfinin aktif (1) olma durumu, yalnızca hava sıcaklığı, toprak nemliliği ve hidroforda yeterli su basıncı olması durumunda sağlanmakta olup, böylece suyun verimli kullanımının yanı sıra enerji verimliliği de sağlanmaktadır. Burada ayrıca, su yetersizliklerinde M1 ve M2 motorlarının pasif durumda bırakılmaları, enerji verimliliğinin yanı sıra arıza risklerini de azaltacaktır.



Şekil 4. Tasarlanan prensip şeması

Tablo 1. Tasarımda sulama valfinin aktif olduğu senaryolar

Senaryolar	Doğal Depo Su Seviyesi	M1	Kat Deposu Su Seviyesi		M2	Hidrofor Basıncı	Hava Sıcaklığı	Toprak Nemi	Sulama Valfi
			Min.	Max.					
Senaryo 1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Senaryo 2	1	0	1	0	0	1	1	0	1
Senaryo 3	1	1	0	0	0	1	1	0	1
Senaryo 4	0	0	1	1	0	1	1	0	1
Senaryo 5	0	0	1	0	0	1	1	0	1
Senaryo 6	0	0	0	0	0	1	1	0	1

Örneğin senaryo 3 durumu ele alındığında; doğal depo (kuyu) su seviyesi yeterli ve kat deposu (depo) su seviyesi yetersiz olduğundan M1 motoru aktif, hidrofor basıncı yeterli olduğundan M2 motoru pasif, toprak nemi yetersiz, hidrofor basıncı yeterli ve hava sıcaklığı uygun olduğundan sulama valfi aktif haldedir.

V. SONUÇLAR

Burada prototip uygulaması verilen tarımsal sulamada algoritmik kontrol esaslı enerji ve su optimizasyonu ile tarımsal üretimde verimliliğin artırılmasının yanı sıra su ve enerji kullanımında kayda değer tasarrufların ortaya çıkabileceği bir tasarım ele alınmıştır. Çalışma içerisinde gerçekleştirilen uygulama; teknik olarak su, sıcaklık ve nem verilerinden yararlanmaya yönelik olup, tarımsal olarak uzun vadeli bir çalışmada değerlendirilmesinin yararlı olacağı tarafımızca öngörülmektedir. Sistemde su ve enerjinin mümkün olduğunca kısıtlı, fakat diğer taraftan da gerektiğinde kullanımı esas alındığından, kurulumundaki maliyetin kısa zamanda amorti edilebileceği de ayrıca öngörülmektedir. Bu kapsamlarda çalışmanın daha ileri seviyelere taşınmasına yönelik faaliyetlerin devam ettirilmesi planlanmaktadır. Sistemde suyun ve enerjinin mevcut olmaması, en büyük olası risk faktörleri olmakla beraber, bu riskler sistemin kendisinden kaynaklı değildir.

KAYNAKLAR

- [1] Benyezza, H., Bouhedda, M., & Rebouh, S. (2021). Zoning irrigation smart system based on fuzzy control technology and IoT for water and energy saving. *Journal of Cleaner production*, 302, 127001.
- [2] Cáceres, G., Millán, P., Pereira, M., & Lozano, D. (2021). Smart farm irrigation: Model predictive control for economic optimal irrigation in agriculture. *Agronomy*, 11(9), 1810.
- [3] De Ocampo, A. L. P., & Dadios, E. P. (2017, December). Energy cost optimization in irrigation system of smart farm by using genetic algorithm. In *2017 IEEE 9th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM)* (pp. 1-7). IEEE.
- [4] Benyezza, H., Bouhedda, M., & Rebouh, S. (2021). Zoning irrigation smart system based on fuzzy control technology and IoT for water and energy saving. *Journal of Cleaner production*, 302, 127001.
- [5] Obaideen, K., Yousef, B. A., AlMallahi, M. N., Tan, Y. C., Mahmoud, M., Jaber, H., & Ramadan, M. (2022). An overview of smart irrigation systems using IoT. *Energy Nexus*, 100124.

- [6] Gamal, Y., Soltan, A., Said, L. A., Madian, A. H., & Radwan, A. G. (2023). Smart Irrigation Systems: Overview. IEEE Access.
- [7] Bülbül, M. A., & Öztürk, C. (2022). Optimization, modeling and implementation of plant water consumption control using genetic algorithm and artificial neural network in a hybrid structure. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 47(2), 2329-2343.
- [8] Kamienski, C., Soininen, J. P., Taumberger, M., Fernandes, S., Toscano, A., Cinotti, T. S., ... & Neto, A. T. (2018, June). SWAMP: An IoT-based smart water management platform for precision irrigation in agriculture. In 2018 Global Internet of Things Summit (GloTS) (pp. 1-6). IEEE.
- [9] Boursianis, A. D., Papadopoulou, M. S., Gotsis, A., Wan, S., Sarigiannidis, P., Nikolaidis, S., & Goudos, S. K. (2020). Smart irrigation system for precision agriculture—The AREThOU5A IoT platform. *IEEE Sensors Journal*, 21(16), 17539-17547.
- [10] Rubini, P. E., Reddy, G. D., Chandan, N. J., Dikshith, K., & Ajay, G. (2020). An Efficient Energy and Water Management in Agricultural Land using Sensors and Machine Learning Algorithm. *Journal of Green Engineering*, 10(7), 3350-3360.
- [11] Veerachamy, R., & Ramar, R. (2022). Agricultural Irrigation Recommendation and Alert (AIRA) system using optimization and machine learning in Hadoop for sustainable agriculture. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(14), 19955-19974.
- [12] İmal, N., (2020). Su Şebeke Otomasyon Sistemi ve Uygulaması. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(100. Yıl Özel Sayı), 353-362.