



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN NİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**POMPAJ SİSTEMLERİNDE ENERJİ
VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ VE
ALİBEYHÜYÜĞÜ BÖLGESİ ÖRNEĞİ**

Nurullah DOĞMUŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Eylül-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Nurullah DOĞMUŞ tarafından hazırlanan “Pompaj Sistemlerinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi ve Alibeyhüyükü Bölgesi Örneği” adlı tez çalışması 03/09/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Enerji Sistemleri Mühendisliği** Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Tamer MARAKOĞLU

Danışman

Prof. Dr. Hidayet OĞUZ

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Mümtaz MUTLUER

İmza

.....

.....

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/....../2020 gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Nurullah DOĞMUŞ

Tarih: 03.09.2020

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

POMPAJ SİSTEMLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ VE ALİBEYHÜYÜĞÜ BÖLGESİ ÖRNEĞİ

Nurullah DOĞMUŞ

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hidayet OĞUZ

2020, 50 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Hidayet OĞUZ

Prof. Dr. Tamer MARAKOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Mümtaz MUTLUER

Günümüzde küresel ısınmanın ve çevre kirliliğinin en aza indirilmesi için enerji üretiminde yenilenebilir ve temiz enerji üretimine gerek duyulmaktadır. Bunun yanı sıra mevcut enerji kaynaklarımızın kullanım yöntemleri de büyük etkenlerden biridir. Bu kaynakların etkin ve verimli kullanımı ise kaynağın varlığı kadar önemlidir. Ülkemizde giderek artan enerji talebi ve enerjinin verimli kullanılamaması sonucunda ülkemizin dışa bağımlılığı daha da artmaktadır. Sürdürülebilir enerji kaynağının oluşturulması ve enerjinin verimli kullanılması bir ülkenin dışa bağımlılığını ortadan kaldıracak en önemli faktörlerden biridir. Bu nedenle dünya ölçeğinde enerji bağımsızlığı her ülkenin birinci politikasını oluşturmaktadır.

Bu çalışmada büyük çoğunluğu yeraltından temin edilmekte olan tarımsal sulama alanında kullanılan suyun temininde gerekli olan elektrik enerjisinin etkin ve verimli bir şekilde kullanımına yönelik olarak Pompaj sistemleri ile Alibeyhüyüğü alanı incelenmiştir. Kullanılan yeni nesil pompa ve ekipmanlar ile bölgedeki çiftçiler ya da kooperatifler tarafından ihtiyacından daha büyük kapasitede pompa ve motorlar tercih edilmesi, bakım onarım ihtiyacının göz ardı edilmesi ve kullanım yerine bakılmaksızın sabit hız ve frekansta pompa çalıştırılması gibi yanlışlıkların önüne geçilerek enerji maliyetlerinin düşürülmesi hedeflenmiştir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın tahminlerine göre 2023 yılında ülkemizin birincil enerji talebinin yüksek oranda artışlarla devam edeceği öngörülmektedir. Enerji verimliliği uygulamaları ile elde edilecek enerji tasarrufu, ekonomimiz üzerindeki en önemli yük olan birincil enerji kaynağındaki dışa bağımlılığımızın azaltılmasına büyük katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak bu çalışmada, bölgede seçilen örnek bir sulama sisteminin farklı parametreler baz alınarak revizyon edilmesi durumunda mevcut duruma göre elektrik enerjisinden ortalama %20 oranında tasarruf elde edildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Dalgıç Pompa, Enerji Verimliliği, Enerji Tasarrufu, Sistem Revizyonu, Tarımsal Sulama,

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF ENERGY EFFICIENCY IN PUMPING SYSTEMS AND THE EXAMPLE OF ALİBEYHÜYÜĞÜ REGION

Nurullah DOĞMUŞ

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN SYSTEMS OF ENERGY ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. Hidayet OĞUZ

2020, 50 Pages

Jury

Prof. Dr. Hidayet OĞUZ

Prof. Dr. Tamer MARAKOĞLU

Asst. Prof. Dr. Mümtaz MUTLUER

Today, renewable and clean energy production is needed to prevent global warming and environmental pollution in energy production. In addition, the method of using our existing energy resources is one of the major factors. Effective and efficient use of these resources is as important as resource. As a result of the increasing energy demand to be used in our country and the inefficient use of energy, our country's foreign dependency increases. Making a sustainable energy source and using energy efficiently is one of the most important factors that will eliminate a country's foreign dependency. Therefore, energy independence is the first policy of every country in the world.

In this study, Alibeyhüyüğü area was investigated with pumping systems for the efficient and efficient use of electrical energy required for the supply of water used in the agricultural irrigation field, the vast majority of which are supplied from underground. With the new generation pumps and equipment used, it is targeted by farmers or cooperatives in the region to choose pumps and motors with a larger capacity than their needs, to ignore the need for maintenance and repair, and to reduce energy costs by preventing errors at the fixed speed and frequency regardless of the place of use.

It foresees that the Ministry of Energy and Natural Resources will predict that our country's primary energy demand will continue with high increases in 2023. Energy savings achieved with energy efficiency options are of great importance to reduce our dependency on foreign energy, which is the most important burden for our economy.

As a result, in this study, it is seen that if an exemplary irrigation system selected in the region is revised based on different parameters, an average of 20% saving is achieved in terms of electricity.

Keywords: Submersible Pump, Energy Efficiency, Energy Saving, System Revision, Agricultural Irrigation,

ÖNSÖZ

Ülkemizde enerji kaynakları bakımından bağımsızlığımızı kazanmanın yanı sıra mevcut enerji kaynaklarının verimli kullanılması ve bu konudaki bilinçlendirme faaliyetlerinin yaygınlaştırılması da oldukça önemlidir. Yapılan bu tez çalışmasında tarımsal sulamada kullanılan elektrik enerjisinden elde edilen tasarruf ile bu konuda bilinçlenmeye ve ülke ekonomisine çarpan etkisi büyük katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Bu tez çalışmasında öncelikle bana rehberlik eden danışman hocam Prof. Dr. Hidayet OĞUZ'a en içten duygularımla teşekkür ederim. Ayrıca bu çalışmada kullanılan verilerin temininde kolaylık sağlayan Alibeyhüyüğü Sulama Kooperatifi yetkilileri ile yoğun çalışma dönemimde bana destek olan eşim Sümeyra DOĞMUŞ'a da teşekkür ederim.

Nurullah DOĞMUŞ
KONYA-2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Sulama Suyu Temininde Kullanılan Sulama Makineleri.....	4
1.1.1. Santrifüj pompalar	4
1.1.2. Dalgıç derinkuyu pompaları	4
1.1.3. Milli derinkuyu pompaları	5
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1. Dalgıç Pompa Tercihinde Önemli Parametreler	19
3.1.1. Pompa ve kuyu çapı	19
3.1.2. Pompa ve kuyu debisi	19
3.1.3. Manometrik yükseklik	19
3.1.4. Statik su seviyesi.....	20
3.1.5. Dinamik su seviyesi	20
3.2. Frekans Kontrollü Pompa Sistemlerinde Enerji Tasarrufu	20
3.3. Ölçüm Yöntemi.....	22
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	27
4.1. Yıllık Ortalama Elektrik Enerjisi ve Yeraltı Suyu Tüketimi	28
4.2. Sulama Sistemi Revizyonu ile Maliyet ve Verim Hesabı.....	28
4.2.1. 2000 m mesafede yapılan sulamada enerji tasarrufu	31
4.2.2. 200 m mesafede yapılan sulamada enerji tasarrufu	31
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	36
5.1. Sonuçlar	36
5.2. Öneriler	37
6. KAYNAKLAR	39
EKLER	42
ÖZGEÇMİŞ	50

ŞEKİLLER LİSTESİ

ŞEKİL 1.1. KONYA İLİNE AİT İLÇELERİN YERALTI SUYU KUYU GRAFİĞİ	7
ŞEKİL 3.1. DEBİ, BASINÇ VE TOPLAM YÜKÜN DEVİR HIZI İLE DEĞİŞİMİ.....	21
ŞEKİL 3.2. VANA VE FREKANS DÖNÜŞTÜRÜCÜ İLE ELEKTRİK ENERJİSİNDE YAPILAN TASARRUF	21
ŞEKİL 3.3. ALİBEYHÜYÜĞÜ KOOPERATİFİNDE ÖRNEK SULAMA ALANI	22
ŞEKİL 3.4. SİSTEM REVİZYONUNDA KULLANILAN DALGIÇ POMPANIN ÇİZİMİ	23
ŞEKİL 3.5. TEST KUYUSUNDAN 2000 M UZAKLIKTA SULAMA ALANI.....	23
ŞEKİL 3.6. TEST KUYUSUNDAN 200 M UZAKLIKTA SULAMA ALANI.....	24
ŞEKİL 3.7. REVİZE EDİLMİŞ GÜÇ PANOSU	25
ŞEKİL 3.8. SÜRÜCÜLÜ GÜÇ PANOSU	25
ŞEKİL 3.9. SİSTEM GÜCÜ, İNVERTER FREKANSI VE DEBİ DEĞERLERİ GRAFİĞİ.....	26
ŞEKİL 4.1. TÜRKİYE YILLIK TOPLAM YAĞIŞ DAĞILIMI HARİTASI (1970-2017)	27
ŞEKİL 4.2. REVİZYON ÖNCESİ 2000 M UZAKLIĞA YAPILAN SULAMA ÖLÇÜMLERİ.....	29
ŞEKİL 4.3. REVİZYON ÖNCESİ 200 M UZAKLIĞA YAPILAN SULAMA ÖLÇÜMLERİ.....	29
ŞEKİL 4.4. TEST KUYUSUNDAKİ MEVCUT VE REVİZE EDİLEN POMPALARIN HİDROLİK GRAFİKLERİ	30
ŞEKİL 4.5. 8” 131 TON GRUBU BİR DÖKÜM POMPANIN VERİM, BASMA YÜKSEKLİĞİ VE DEBİ GRAFİĞİ ...	33



ÇİZELGELER LİSTESİ

ÇİZELGE 1.1. KONYA İLİNDEKİ SULAMA KOOPERATİFLERİ VE KUYU SAYILARI	6
ÇİZELGE 4.1. REVİZYON ÖNCESİ VE SONRASI 2000 M MESAFEDE SULAMA DEĞERLERİ.....	31
ÇİZELGE 4.2. REVİZYON ÖNCESİ VE SONRASI 200 M MESAFEDE SULAMA DEĞERLERİ	32
ÇİZELGE 4.3. MEVCUT DURUM İLE REVİZYON SONRASI KARŞILAŞTIRMA	32
ÇİZELGE 4.4. SİSTEM BİLEŞENLERİ YAKLAŞIK MALİYET HESABI	34



SİMGELER VE KISALTMALAR

A	Amper
AA	Alternatif Akım
AB	Avrupa Birliği
DA	Doğru Akım
DSİ	Devlet Su İşleri
h	Saat
H	Pompanın Basıncı
H _N	Pompanın Anma Basıncı
İNÇ	Uzunluk Birimi (2,54 santimetre)
kg	Kilogram
km	Kilometre
KOP	Konya Ovası Projesi
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt Saat
m	Metre
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
n	Devir Hızı
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü
P	Pompanın Gücü
P _N	Pompanın Anma Gücü
Q _N	Pompanın Anma Debisi
Q	Pompadan İstenen Debi
TL	Türk Lirası
W	Watt
\$	Dolar

1. GİRİŞ

Ülkemizde teknolojinin gelişmesi, sanayi sektörünün ilerlemesi ve nüfusun artması ile birlikte gün geçtikçe enerji ihtiyacı daha da önem arz etmektedir. Enerjinin sürdürülebilirliğinin sağlanması, dışa bağımlılığın azaltılması ve çevresel faktörler enerji kaynaklarının verimli kullanımını daha da önemli hale getirmiştir. Bu kapsamda bilinçlendirme, enerji kaynakların çeşitlendirilmesi, enerji tüketiminde çevre kirliliğini önleyici politikaların uygulanmasının yanında mevcut sistemlerde verimliliğin artırılması “en hızlı ve en ucuz elde edilen, en temiz enerji kaynağı” olduğu bütün dünya tarafından kabul görmektedir. Ülkemizin, gelişmişliğin göstergesi ile bağlantılı olan enerji tüketimi yüksek ve enerji yoğunluğu düşük ülkeler arasına girebilmesi için enerjiyi verimli kullanma konusunda farkındalık çalışmaları bu önemli süreçte büyük rol oynamaktadır.

Ülkemizin enerji tüketim yoğunluğu miktarının OECD ve AB ülkelerine göre çok daha fazla olduğu görülmektedir. Bu yüzden giderek artan enerji talebi ve enerjiyi verimli kullanamama sonucunda ülkemizin enerjide dışa bağımlılığı giderek artacaktır. Orta ve uzun vadeli ulusal planlar çerçevesinde yoğun enerji tüketimi göz önüne alınarak tarım, sanayi gibi alanlarda enerji verimliliği konusundaki ihtiyaçların planlı bir şekilde karşılanması amacıyla iyi uygulama örnekleri yardımıyla enerjide dışa bağımlılığının azaltılması ile ekonomide tasarruf sağlanması mümkün olabilecektir.

Fazla miktarda tüketimle birlikte enerjiye harcanan ülke kaynaklarımızın dışarıya akmaması için bu artışın önemli bir kısmının yaşandığı alanlardan birisi olan tarım alanlarında enerji verimliliği konusunda hızlı bir şekilde önlemlerin alınması önem arz etmektedir. Bilhassa tarımsal alanlarda yer altı sularının çiftçiler tarafından kullanımı sırasında enerjinin verimsiz bir şekilde tüketilmesini engellemek için mevcut durumdaki pompaj sistemlerinde yapılacak önemli revizyonlar ile çiftçilerimiz üzerindeki enerji maliyetleri hafifletilerek ülkemizin enerjide dışa bağımlılığının azaltılması mümkün olabilecektir.

Türkiye’nin tarım alanının önemli bir kısmını oluşturan Konya kapalı havzasında bulunan Aksaray, Karaman, Konya ve Niğde illeri hem bölgede hem de ülkemizde tarımsal üretim alanında vazgeçilmez durumdadır. Bu bölgede yapılan tarımsal faaliyetler bölge ve ülke ekonomisi için büyük önem arz etmektedir. Bu bölgede yer alan Konya ilimizde tarımsal sulama faaliyetlerinde kullanılan suyun büyük çoğunluğu yeraltı

kaynaklarından temin edilmektedir. Yeraltı kaynaklarının tarımsal sulamada kullanılması ile ciddi enerji tüketimi sonucunu doğurmaktadır. Tarımsal sulamada kullanılan enerjinin maliyetlerinin düşürülmesi hedeflenirken bir yandan da su kullanımının daha da artacağı varsayımı ile yeraltı su kaynaklarının bilinçsizce tüketiminin önüne geçilmesi konusu da önemli yere sahiptir.

KOP Bölgesi yıllık ortalama yağış miktarı açısından Türkiye'nin en zayıf bölgesi olarak görülmektedir. Suyun yoğun kullanım sebebi ile Konya kapalı havzasında yeraltı su seviyesi her yıl düşmektedir. Yeraltı sularındaki düşüşlerin devam etmesi halinde, belli bir derinlikten sonra su çekimi ekonomik açıdan olumsuz durum oluşturmaktadır. Bu sebeple hali hazırda sulanan alanların büyük bir kısmında yakın zamanda sulanamama riski ile karşılaşılması kaçınılmaz olacaktır. Sulama yatırımları tarımın sürekliliği açısından kritik öneme sahiptir. Kamu yatırımları içerisinde yer alan tarım sektörü önemli bir paya sahip olmuştur. Arazi toplulaştırması, sulama sahalarındaki sulama şebekelerinin açık kanal sulama sisteminden kapalı sisteme dönüştürülmesi, tarla içi sulamalarında basınçlı sulama yöntemlerine geçiş ve toprak yapısının doğal yağışlardan en fazla istifade edecek şekilde düzeltmek için gerekli planlamaların yapılması, suyun tasarruflu kullanılması için atılması gereken önemli adımlar arasında yer almaktadır.

Ülkemizde tarımsal üretim yapan çiftçilerimiz üzerinde yük olan enerji maliyetinin incelenerek mevcut sulama sistemlerinin rehabilitasyonu ile elde edilebilecek kazanımların tespit edilmesi çiftçilerimiz üzerinde farkındalık oluşturmak için önemli bir adım olacaktır. Bu sayede yapılan araştırmalar ve örnek pompaj sistemi revizyonu ile mevcut enerji kaynaklarımızın verimli bir şekilde kullanılmasının önemi ortaya konularak enerji kendine yetebilen bir ülke haline gelme hedefine daha hızlı ulaşılabacaktır.

Günümüzde gerek içme suyu gerek ise tarımsal sulamada kullanılan dalgıç pompa uygulamaları incelendiğinde genelde yanlış pompa ve motor seçimlerinin yapıldığı görülmektedir. Pompa satışı yapan işletmelerin sulama sahasının özellikleri, sondaj kuyusunun özgül verimi ve çiftçinin ihtiyacını gözetmeden yapmakta olduğu yanlış seçimler ile çiftçilerimizin daha verimli olacağını düşünerek ihtiyacından daha büyük kapasitede pompa ve motorlar tercih etmesi, bu sorunun sebepleri arasında gösterilmektedir. Yanlış seçilen pompaların kullanımı sonucunda her an çok büyük miktarlarda elektrik enerjisi boşa harcanmaktadır. Bu ise enerjinin verimsiz kullanılması anlamına gelmektedir. Başlangıç aşamasında doğru pompa ve motor seçilmiş olsa da

gerek pompaların yaşlanması (kullanıma bağlı olarak veya kuyudan kum gelmesi durumunda pompa fanlarının aşınması) gerekse her geçen yıl yeraltı su seviyesinin düşmesiyle pompa basma yüksekliğinin (hm) değişmesinden dolayı pompanın ilk uygulamada verimli olmasına karşın zamanla enerji veriminde düşüş meydana gelmesi mümkün olabilmektedir.

Kooperatifler aracılığıyla tarımsal sulamanın doğal bir gereği olarak bir kuyu ile ona yakın olan birden fazla tarla sulanmaktadır. Dolayısıyla, kimi tarlalar kuyunun hemen yanında iken, kimi tarlalar ise kuyuya birkaç km mesafelerde olabilmektedir. Kullanılan terfi hattının (sulama borusunun) uzunluğuna ve çapına bağlı olarak boru sürtünmesi değişmekte ve dolayısıyla basma yüksekliği de değişmektedir. Ayrıca, bölge her ne kadar düz bir ova olsa da kuyu ve uzak tarla arasında 10-15 metreyi bulan kot farkları olabilmektedir. Yine aynı şekilde kot farkları da basma yüksekliğini doğrudan etkilemektedir. Bunların sonucunda, yakın sulama için doğru seçilen bir pompa yakın sulamada verimli çalışırken uzak sulamada ise verimsiz çalışmakta veya tam tersi şekilde, uzak sulama için doğru seçilen bir pompa uzak sulama için verimli çalışırken bu kez de yakın sulama için verimsiz çalışmaktadır. Kuyu çıkışında bulunan çek-valf ve kum filtrelerindeki mekanik arızalardan dolayı ek sürtünmeler olabilmektedir. Genelde farkında olunmayan bu sürtünmelerden dolayı pompanın basma yüksekliği değişmekte ve dolayısıyla pompa verimsiz çalışmakta ve işletme maliyeti yükselmesine sebep olmaktadır.

Ülkemizde enerji tüketiminin önemli bir kısmında etkili olan tarımsal sulama alanına baktığımızda bu alanda gerçekleştirilen tarımsal faaliyetler ekonomimiz açısından büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda, tarımsal sulama faaliyetlerinde kullanılan suyun büyük çoğunluğunun yeraltı kaynaklarından temin edildiği Konya ili, Çumra İlçesinde yer alan Alibeyhüyükü Bölgesi incelenmiş olup bu bölgede tarımsal sulamada enerji kullanımının araştırılması, enerji verimliliği açısından mevcut durumlarının ortaya konması ve sulama sistemlerinin revizyonu ile verimliliğin artırılması hedeflenmiştir. Yeraltı su seviyesini korumak şartıyla tarımsal sulamada ciddi elektrik enerjisi tüketimine sebep olan yeraltı sularının kullanımında tüketim maliyetlerinin düşürülmesi bölgenin en önemli hedeflerinden birisidir.

1.1. Sulama Suyu Temininde Kullanılan Sulama Makineleri

Suyun, pasif veya aktif su kaynaklarından bir sistemle alınıp bitki köklerine aktarılmasına kadar geçen süreçte sulama meydana gelmektedir. Bu süreçte basınçlı sulama sistemleri kullanıldığı durumlarda belli bir basınç ve akış hızı gerekmektedir. Basınçlı sulama sistemlerinin çalışması için lazım olan basıncın cazibeli akış ortamı ile mümkün olmadığı durumlarda suyu hızlandırıcı ve basıncını arttırıcı bir sulama makinesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bir pompaj tesisinde amaç genelde bir sıvıyı istenen bir yerden başka bir yere taşımak veya sistem içerisindeki dolaşımı sağlamaktır. Sıvının gerekli olan debide akışını sağlamak için istenen basınç, aynı zamanda sistem direncini kırabilmektedir. Sistem direnci, statik basma yüksekliği ve sürtünme kayıpları şeklinde iki çeşittir. Sulamada kullanılan pompaların çoğu santrifüj prensibine göre çalışmaktadır (Eryılmaz ve Çalışır, 2006). Sulamada kullanılan pompalar, suyun alındığı kaynağa bakıldığında iki sınıftan oluşur. Bunlardan ilki göl, gölet, dere, kanal ve keson kuyulardaki suları çekmek için tercih edilen santrifüj tip pompalar, ikincisi ise derin kuyu sularının çekilmesini sağlayan derin kuyu pompalarıdır.

1.1.1. Santrifüj pompalar

Santrifüj pompalarda sıvı hareketi devamlı olmakta ve emme basma ağızlarında bir sorun olmamaktadır. Sistemin çarkı sıvıya enerji vererek momentini ayarlamakta ve suya ivme katmaktadır. Emme ve basma ağızları arasında oluşan basınç farkı sıvının emilmesine ve basılmasına imkan oluşturmaktadır (Keskin ve Güner, 2002).

1.1.2. Dalgıç derinkuyu pompaları

Bu pompalar çok kademeli santrifüj bir pompanın su altında aktif kullanılabilecek elektrik motoruna entegre edilmesiyle meydana gelmektedir (Korkmaz ve ark, 2009). Dalgıç pompalar genellikle 3000 n/d ile çalışan ve kuyu içerisinde kullanılmaya uygun özel dalgıç elektrik motorları ile tahrik edilerek çalışırlar. Sistemin basınç ve debi ihtiyacını karşılayacak bir pompa grubu, motora bir kaplin aracılığıyla doğrudan bağlanarak bir motopomp biçiminde kullanılmaktadır (Çalışır, 2010). Dalgıç pompalar; montaj esnekliği, derinlik engelinin bulunmaması, optimum verim, enerji verimliliği ve maliyetinin uygun olması sebebiyle teknolojik ilerlemeler doğrultusunda geniş bir kitle tarafından tercih edilmektedir (Korkmaz ve ark., 2009).

Dalgıç pompalar sıklıkla yer altı su kaynaklarının temininde ve basınçlı sulama sistemlerinde kullanılmasından dolayı yüksek devirli ve çok kademeli özelliğe sahiptirler.

Dalgıç pompalar aşağıda gibi bileşenlerden oluşmaktadır.

Motopomp Gövdesi: Üst bölgesinde bulunan pompa kısmına alt bölgesinde elektrik motoru pompa kısmına emiş haznesindeki paslanmaz adaptöre çelik saplamalar ile bağlanır. Motor gövdesi çelikten, pompa gövdesi ise dökme demirden veya bronzdan yapılmaktadır.

Fan: Her kademede dökme demir ve bronz olarak imal edilen birer fan bulunur. Pompa milinden aldığı hareketini sıvının bir üst kademe grubuna iletir.

Difüzör: Ara kademede bulunur, sıvıya yön verir.

Pompa Mili: Motor miline özel kavramayla tutunur.

Ara Yatak: Çok kademeli pompalarda ara yatak, yatak kovani veya yatak vasıtasıyla pompa milini ortalar.

Ventil Gövdesi: Pompanın üst kısmındaki çıkış ağzını oluştururken iç kısmında çek valf bulunur. Pompayı basma borusuna tutturur.

Emiş Ağızı: Pompa grubu ile motor grubu arasında yer alırken üst kısmında bulunan süzgeç motopompun içerisine yabancı malzeme girmesine mani olur.

Motor: Pompayı çalıştırır, sistemin en altında bulunur. Dalgıç motorların hepsi ıslak statora sahiptir. Stator sargıları özel plastik malzeme ile yalıtılır. Motorun radyal yatakları ve aksiyal yükleri taşıyan alt eksenel yatak su ile yağlanmalı ve soğutulmalıdır.

Sıvı Doldurma Supabı: Motor hücrelerine doldurulacak sıvının konulmasına yarar.

Kavrama: Pompa milini motora bağlar.

Elektrik Kablosu: Dalgıç pompalarda kullanılan elektrik kablosu neme karşı yalıtımlı olmakla birlikte motor gücü ve dinamik emme seviyesine bağlı olarak kesitleri değişmektedir (Keskin ve Güner, 2002).

1.1.3. Milli derinkuyu pompaları

Bu pompalar radyal veya karışık akışlı pompaların düşey eksenli olarak tasarlanmış şeklindedir (Keskin ve Güner, 2002). Milli pompalar, kuru düşey eksenli ve yağ düşey eksenli pompalar olmak üzere ikiye ayrılır. Pompa gövdesi kuru düşey eksenli pompalarda suyun dışındadır. Emme deposunun derin olduğu ve emme su düzeyinin sabit olduğu hallerde tercih edilmektedir (Keskin ve Güner, 2002). Pompa gövdesi, yağ düşey eksenli pompalarda suya batık bir şekilde çalışmaktadır. Pompanın çalışması için

motordan alınan hareket mil vasıtasıyla pompaya aktarılır. Kuru ve yaş düşey eksenli pompalar, işletmede elektriğin temin edilemediğinde kullanılan pompa çeşitleri olup elektrik enerjisiyle ve termik enerjiyle de çalışabilmektedirler. Dalgıç pompaların kullanımının artması, montaj ve işletme kolaylığı gibi nedenlerle dalgıç pompalar daha çok tercih edilmektedir.

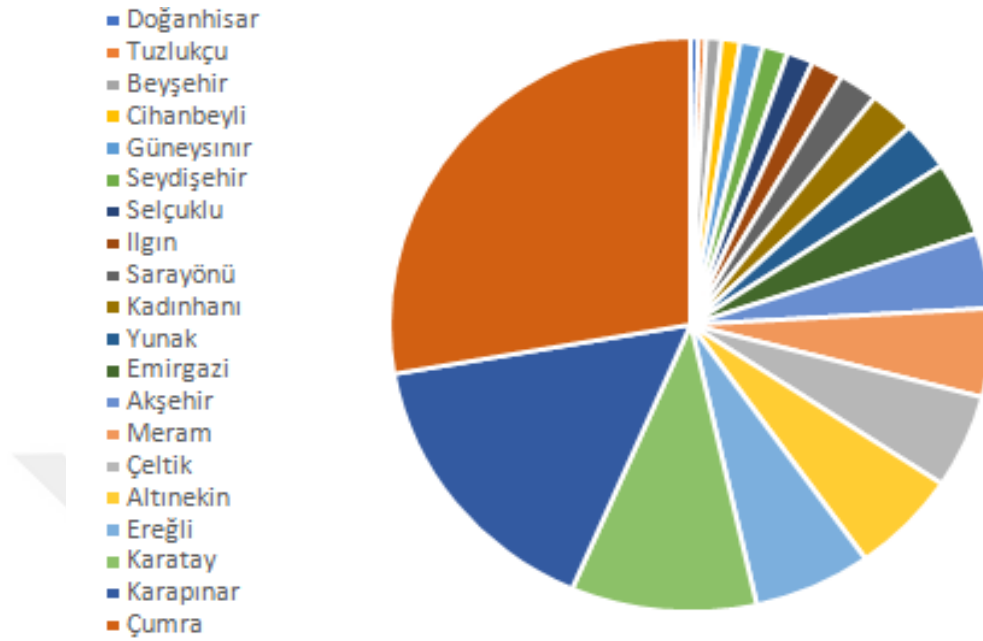
Çizelge 1.1.'e göre söz konusu sulama sistemlerinin yoğun kullanıldığı Konya ilinde en çok sulama kooperatifi sayısı Çumra ve Karapınar ilçelerinde olup 27'şer adettir (Anonim, 2019).

Çizelge 1.1. Konya İlindeki Sulama Kooperatifleri ve Kuyu Sayıları

Sıra No	İlçe Adı	Kuyu Sayısı	Kooperatif Sayısı
1	Akören	73	6
2	Akşehir	135	24
3	Altınekin	197	9
4	Beyşehir	26	8
5	Çeltik	168	8
6	Cihanbeyli	32	2
7	Çumra	882	27
8	Doğanhisar	13	4
9	Emirgazi	133	11
10	Ereğli	201	18
11	Güneysınır	39	4
12	Halkapınar	5	3
13	Ilgın	55	7
14	Kadınhanı	78	11
15	Karapınar	503	27
16	Karatay	317	22
17	Kulu	5	1
18	Meram	158	15
19	Sarayönü	67	6
20	Selçuklu	45	7
21	Seydişehir	43	8
22	Tuzlukçu	13	2
23	Yunak	87	10

Şekil 1.1.'e göre Konya ilinde en çok yeraltı suyu kuyu sayısı bakımında Çumra İlçesi öne çıkmaktadır (Anonim, 2019). Alibeyhüyüğü Sulama bölgesinde ağırlıklı olarak mısır ekimi yapılmaktadır. Ekilen alanlarda yaklaşık olarak; %60'ında tane mısır, %10'un

pancar, %10'unda fasulye, %10'unda silajlık mısır ve %10'unda ise hububat yetiştirilmektedir (Anonim3, 2018).



Şekil 1.1. Konya iline ait ilçelerin yeraltı suyu kuyu grafiği

Bu çalışmada büyük çoğunluğu yeraltından temin edilmekte olan tarımsal sulama alanında kullanılan suyun iletiminde gerekli elektrik enerjisinin etkin ve verimli bir şekilde kullanımına yönelik Konya ili, Çumra İlçesi, Alibeyhüyükü bölgesinde yer alan pompaj sistemleri incelenerek seçilen bir sulama sisteminin revizyonu sonucunda elektrik enerjisi tüketim miktarları değerlendirilmiştir.

Revizyonu yapılmış sistem sayesinde yeni nesil pompa, motor ve ekipmanlar ile frekans kontrollü sulama sisteminden uzak ve yakın mesafelerdeki sulama alanlarında yapılan tarımsal sulamalar ile elektrik enerjisi tüketiminde tasarruf sağlanması amaçlanmıştır. Diğer taraftan ihtiyaçtan daha büyük kapasitede pompa ve motorlar tercih edilmesi, yeni nesil sistemlerin bakım onarım ihtiyacının göz ardı edilmesi ve kullanım yerine bakılmaksızın sabit hız ve frekansta pompa çalıştırılması gibi yanlışlıkların önüne geçilerek tarımsal sulamada tüketilen elektrik enerjisi maliyetlerinin azaltılmasının sağlanabileceği vurgulanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Eker (1983) yaptığı çalışmada; yerli yapı bazı santrifüj pompalarda işletme hızı ve çark çapı değerlerine göre pompa karakteristikleri üzerine etkileri incelendiğinde; pompa boyutları arttıkça çark çapının değiştirilmesinin, pompa boyutları küçüldükçe ise işletme hızının değiştirilmesinin daha uygun olduğundan dolayı bu sayede güçte tasarruf sağlanabileceğini belirtmiştir. Bunun yanı sıra, çark çapının küçültülmesi ile emme basıncının azaldığını, giriş ve çıkış çapları oranının azalması ile de kayma faktörünün arttığını ifade etmiştir.

Yıldırım (1993) yaptığı çalışmada; basınçlı sulama yöntemlerinin yüzey sulama yöntemlerine göre olumsuz taraflarının tesis kurulum maliyetlerinin yüksek olması ve devamlı enerjiye ihtiyaç duymasına rağmen basınçlı sulama tekniğinin bitkinin verimini düşürecek su eksikliğine mahal vermeden sulanması ve sulama sırasında bitkinin ihtiyacı olan bitki besin maddelerinin su ile bitki kök bölgesine iletilme işleminin gerçekleştirilebildiğini, bunun yanı sıra söz konusu sulama tekniğiyle bitkinin ihtiyacı olan suyun sadece bitkinin kök bölgesine tesir etmesi sebebiyle toplam sulama suyunun miktarının yüzey sulama ya göre daha düşük olduğunu vurgulamıştır.

Çalışır ve Konak (1998) yaptıkları çalışmada; düşey milli derin kuyu pompalarına yönelik 5 m optimum dalma derinliğine göre dalma derinliği değerlerini tespit etmişlerdir. Konya bölgesinde derin kuyu sulama pompaj tesislerinin %18'inde dalma derinliğinin %20, pompaj tesislerinin %47'sinde dalma derinliğinin %20-40 arasında ve tesislerin %35'inde ise dalma derinliğinin %40'dan büyük olduğunu ifade etmişlerdir.

Ertöz (1998) yaptığı çalışmada; enerji verilerinin değişimlerinin değerlendirildiği su ve yağ ile yağlamalı özellikteki düşey milli derin kuyu pompalarında sistem veriminin %66 seviyelerine ulaşabileceğini, mil sürtünme kayıplarının sistem verimine etkisinin kayda değer bir şekilde olacağını ve dalgıç özellikli pompaların düşey milli pompalarla karşılaştırıldığında, dalgıç pompaların 200 m toplam dinamik seviyenin üzerinde oldukça avantaj sağlayacak bir şekilde kullanılabileceğini belirtmiştir.

Yalçın (1998) yaptığı çalışmada; tarımsal bölgelerde yeraltında bulunan sıcak ve soğuk su kaynaklarının istenilen ölçülerde kuyular açılarak kuyu dibine indirilen pompalar aracılığıyla yeryüzüne çıkarıldığını, bu prensipte çalışan pompaların dalgıç

pompa olarak adlandırıldığını, başka bir deyişle dalgıç pompaların çok kademeli karışık akışlı santrifüj pompanın su altı şartlarında aktif olabilecek bir elektrik motoruna entegre edilmesinden oluşmuş olan özel bir pompa olduğunu açıklamıştır.

Akpınar (1999) yaptığı çalışmada; kuyu sistemleri kurulurken borulama, filtreleme ve çakıl zarfı vb. donanımsal uygulamaların oldukça elzem olduğunu ifade etmiştir. Derin kuyu sondaj ve pompaj uygulamaları ile kuyu donanımlarındaki uygulamada sıklıkla karşılaşılan problemler ile bunların nasıl üstesinden gelineceği üzerinde incelemeler yapmıştır. Sürtünme kaybı açısından bakıldığında düz filtrelerde %10-20, köprülü filtrelerde ise %20-30 oranlarında bir kayıp söz konusu olduğunu vurgulamıştır. Bunun yanı sıra kuyulara yapılacak olan çakıl zarfının (zon) kalınlığının az olmasının filtreleri süreç içerisinde tıkayacağını, bu kalınlığın fazla olması halinde ise su akışını engelleyeceğine dikkat çekmiş ve çakıl zonu kalınlığının alt sınırını 75 mm (3”), üst sınırının da 200 mm (8”) değerlerinde uygun olacağını söylemiştir.

Anonim (2002) yaptığı çalışmada; frekans kontrollü sistemlerin gerek duyulan motor-pompa hızlarını çakıştırmak durumuyla kademesiz kontrole uyumlu olduğunu, motor sistemi üzerinde daha az mekanik ve elektriksel problemler meydana geldiğini, bu sayede bakım ve tamire ayrılan bütçenin düşürülerek motorun daha uzun vadede kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Çakmak (2002) yaptığı çalışmada; uzun vadeli su yönetimini; bir ülkenin veya proje alanının hali hazırda su kaynaklarının geleceğe yönelik planlı bir şekilde yedeklenmesi, dağıtılması, kullanılması ve geliştirilmesi olarak ifade etmiştir. Dolayısıyla mevcut kaynakların kullanılması ile birlikte alternatif su kaynaklarının da geliştirilmesine yönelik senaryolar için çalışmalar yapılması gerektiğini, sulama şebekelerinin yönetiminde asıl hedefin şebeke alanındaki çiftçilerin sulama yaparken tüketim giderlerinin minimum seviyeye düşürülerek tarımsal üretimin artırılması, bu sayede su kaynaklarından maksimum faydayı sağlayacak şekilde dağıtım ve kullanımının gerçekleştirilmiş olacağından bahsetmiştir.

Çalışır ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada; derin kuyu sulama pompaj tesislerinin ortalama yıllık kullanım süresinin 1275.8 h, özgül yıllık kullanımının $29 \text{ h ha}^{-1}\text{yıl}^{-1}$ ve özgül kurulu motor gücünün ise 1.06 kW ha^{-1} seviyesinde olduğunu belirtmişlerdir.

Ackermann (2003) yaptığı çalışmada; genel olarak sulamada kullanılan pompa sisteminin aktif olduğu sürecin tamamı göz önüne alındığında sistemin toplam maliyetine istinaden başlangıç masraflarının %5, bakım-onarım masraflarının %10, enerji maliyetinin ise %85 oranında görüldüğünü söylemiştir.

Sungur (2003) yaptığı çalışmada; geleneksel bir şekilde gerçekleştirilen pompa test deneylerinden ortaya çıkan sonuçlarda, ölçme ve sistematik hatalar sebebiyle sapmalar görüldüğünü ve bu tür olumsuzlukların üretici ve tüketici arasında anlaşmazlıklara sebebiyet verdiğini belirtmiştir. Ölçmeden kaynaklanan söz konusu sapmaları minimum seviyeye indirmek için bir bilgisayar kontrollü pompa test ünitesi tasarlanmış olup bu bilgisayar destekli pompa test ünitesinde ölçümler sensörler aracılığı yapılarak bilgisayarda ara yüze aktarılması ile birlikte değerlendirmiştir. Geleneksel metotla deney yapılan test ünitesinde ortaya çıkan ölçme sonuçları ile bilgisayar kontrollü pompa test ünitesinde ortaya çıkan ölçme sonuçlarının istatistiksel analizini yapılarak ortaya çıkan veriler kıyaslanmış ve bilgisayar kontrollü deney ünitesinde ortaya çıkan verilerin daha güvenilir ve hassas olduğunu ifade etmiştir.

Çalışır ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada; kuyudan elde edilen debiye istinaden kuyudaki azalışın parabolik bir şekilde yükselmiş olduğunu, bu bağlantının kuyu karakteristiği olarak ifade edildiğini, belli bir debiye ulaşılnca azalışta dönüm noktası meydana gelerek azalış eğrisinin dikleştiğini belirtmişlerdir. Kuyu debisi ile azalış arasındaki bağlantının dönüm noktasına denk gelen debinin kuyunun maksimum debisi, bu düzlemdeki azalışın ise kuyunun dinamik seviyesini gösterdiğine dikkat çekmişlerdir. Bunun yanı sıra debi verileri dikkate alınarak pompa seçiminde kuyunun maksimum debisinin %90'ına uygun olan debideki pompaların tercih edilmesi gerektiğini ve bu debinin de kuyunun ekonomik debisi olarak adlandırıldığını belirtmişlerdir.

Çamoğlu (2004) yaptığı çalışmada; dünya iklim sıcaklığının yükselmesi, nüfusun sürekli artış göstermesi ve bunun neticesinde de yerleşim alanlarının ve sanayinin daha da fazla suya talep gösterdiği günümüzde, tarımsal üretim için ayrılan su miktarının bu oranda düşüş gösterdiğini dolayısıyla her yıl artan popülasyonu yeterli oranda besleyebilmek için tarımsal sulamaya ve suyun optimum tüketimine yönelik faaliyetlere öncelik verilmesinin zorunlu olduğunu belirtmiştir. Ayrıca tarımsal üretime yönelik kullanılacak suyun giderek azalması sonucunda, suyu daha etkin ve ekonomik kullanımını sağlayabilmek için farklı sulama tekniklerinin tasarlandığını ve küçük

debilerle çalışan ve su tasarrufu sağlayan düşük basınçlı sulama yöntemlerinin bu teknikler arasında günümüzde kullanıldığını ifade etmiştir.

Çalışır ve Eryılmaz (2005) yaptıkları çalışmada; sulamada tercih edilen dalgıç tip derin kuyu pompalarında, aynı anma çapındaki sol dönüşlü (saat yelkovanı tersi) pompaların sağ dönüşlü pompalara göre daha yüksek sistem verimi sağladığını, pompa anma çapı büyüdükçe sistem veriminin yükseldiğini vurgulamışlardır.

Gedikpınar ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada; hali hazırda sulama sistemlerinde kaynaktan suyun temininde çoğu zaman santrifüj pompa, dalgıç pompa vb. elektrik enerjisi ile çalışan su pompaların tercih edildiğini belirterek, ekili ürünlerin sulanması sırasında su pompalarının açma-kapama işlemleri için özellikle sulama alanında bulunacak olmasından dolayı bu çalışmalar için belirli bir zaman dilimine ihtiyaç duyulduğunu, süreci optimum yönetmenin değerinin anlaşıldığı üzere mevcut sistemlerde kullanılacak sulama için zaman ayrılmasının olumsuz durumlar olarak karşımıza çıktığını söylemişlerdir.

Akıncı (2006) yaptığı çalışmada; insan popülasyonunun çoğalması ile birlikte tarım ürünlerine olan ihtiyaçta da bu oranda artış olduğunu ve tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de kurak ve yarı kurak iklim durumlarında tarımsal üretimin yaygınlaştırılmasında ön şartın sulama olduğunu vurgulamıştır. Sulamada bitkinin gereksinim duyduğu ve yağışlarla istenilen düzeyde elde edilemeyen suyun, toprakta bitkinin kök bölgesine gereken yer ve zamanda aktararak minimum kayıpla bütün tarlaya optimum bir şekilde ulaştırılması gerektiğini belirtmiştir. Sulama alanında çok sayıda sistem bulunmaktadır. Bu nedenle bunlardan birinin ya da bir kısmının tercih edilmesi birçok duruma endekslidir. Örneğin tarlanın tesviyesinin uygun olup olmaması, yetiştirilen ürünün cinsi, toprağın ve toprak altının kimyasal ve fiziksel özellikleri, sulama suyunun niceliği ve niteliği, çiftçi alışkanlıkları, bazı sulama yöntemlerinin ek maliyet gerektirmesi nedeniyle oradaki çiftçilerin ekonomik durumunu etkileyeceğinin yanı sıra bölgenin iklim koşullarından rüzgar, sıcaklık, oransal nem, don, yağış gibi önemli iklim verilerinin sulama sistemlerinin hayata geçirilmesine büyük ölçüde yardımcı olacağından bahsetmiştir.

Çalışır ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada; Konya bölgesinde çalışan düşey milli derin kuyu sulama pompaj tesislerinde kullanılan elektrik motorunda, kaplin

muhafazasında ve pompa çıkış başlığındaki titreşim hızı ve gürültü seviyelerini ölçmüşlerdir. Değerlendirilen tesislerin titreşim hızlarının elektrik motorunda 11.23, kaplin muhafazasında 7.32 ve pompa çıkış başlığında ise 5.38 mm s⁻¹ seviyelerinde olduğunu belirlemişlerdir. ISO 2372 Standartlarına göre, kaplin muhafazasından ölçülen titreşim hızı bakımından, tesislerin %34,6'sının kabul edilemez koşullarda işletildiğine dikkat çekerek tüm tesis genelinde kabin içi gürültü düzeylerinin ise ortalama 85.8 desibel (A) değerinde ölçüldüğünü belirtmişlerdir.

Dursun ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada; güneş enerjisi ile çalışan bir sulama sistemine yönelik olarak boost konvertörlü anahtarlama relüktans motor sürücüsü ile 300W gücündeki 3 fazlı ve 12/8 kutuplu bir anahtarlama relüktans motorun boost konvertörünü tasarlamışlardır. Santrifüj su pompasının çalışırken konvertörün sistemde en yüksek verime ulaşılabilmesi için tercih edildiğini, söz konusu bu sistem ile santrifüj pompanın ilk kalkınma anındaki kavitasyonun engellenmesinin sağlandığını ve elektrik enerjisinin sahip olduğu akım değerinin DA-AA çevrimi esnasındaki kayıpların giderilebildiğini ifade etmişlerdir.

Thorne ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada; debi ve manometrik yükseklik değerlerine bakılarak verim noktasının tepe yaptığı şekilde kullanılabilecek pompanın tasarlanıp üretilebileceğini veya sektörde hali hazırda bulunanlar arasından tercih edildiğini, pompa debisinin sulama sistemi ile sulanacak bölgeye göre değişkenlik gösterirken sulama sisteminin de toprak, iklim, bitki özellikleri ile sulama metotlarına endeksli olduğunu, pompa basıncı ile birlikte manometrik yükseklik; geometrik yükseklik, sulama yöntemi ve sistem geometrisinin bir işlevsel parçası olduğunu, su kaynağı, sulama yöntemi ve enerji çeşidine göre pompanın tercih edildiğini, pompa büyüklüğü, pompa tipi ve enerji çeşidine göre de motor seçilebildiğini belirtmişlerdir. Bu bakımdan oldukça fazla parametreye bağlı bir sulama pompaj sisteminde amaca uygun özellikte pompa temin etmek ya da tasarlamamanın ekonomik açıdan dezavantajlı olabileceğini, en iyi özellikteki pompalar için farklı ortamlara ve sistemlere göre mümkün olduğu kadar tepe noktasındaki verim değerine bağlı olarak hesaplamaların yapıldığını, kapalı sulama sistemleri kullanılırken verimli pompa seçimi ve ekonomik işletme durumları değerlendirildiğinde bazı istenmeyen durumlarla da karşılaşılabilceğini söylemişlerdir. Bu bakımdan bir saha (belli bir manometrik yükseklik ve sistem debisi) için tercih edilen pompa ve diğer ekipmanların sabit sistem çıkış basıncına göre uyumlu

çalıştığını, söz konusu pompanın farklı değerlerdeki debilerde kullanıldığında istenilen verimlerde çalışma durumu bakımından olumsuz sonuçlara neden olduğunu, tercih edilen pompanın etki ettiği alanın azalması veya bitki desenindeki farklılıklar sebebiyle başlangıçtaki çalışma değerlerine göre daha düşük verim değerlerinde kullanılma durumlarının ortaya çıkmakta olduğunu vurgulamışlardır.

Sulama sistemlerinde debinin, farklı metotlarla ayarlanabileceğine değinerek bunların;

- Gerekli olduğu zamanlarda pompayı ihtiyaca göre çalıştırarak bir depoya yönlendirmek (aralıklı kullanmak),
- Pompa çıkışındaki debi kontrol vanası ile debiyi istenilen değerlere getirmek,
- Pompayı devamlı çalıştırarak akışkanın bir kısmını depoya geri çevirmek (by-pass),
- Pompa adedini revize etmek (paralel pompalar),
- Sabit devirli elektrik motoru ile pompa bağlantı kısmına mekanik, hidrolik veya elektrikli kavrama yaparak pompa devrini ayarlamak,
- Elektrik motorunun devrini başka deyişle pompa devrini frekans kontrol cihazı ile ayarlamak olduğunu açıklamışlardır.

Debi düzenleme metotlarına göz attığımızda vana yardımıyla sistem karakteristiği veya devir sayısı ile pompa karakteristiğinin ayarlanabildiğini, sistem karakteristiğinde veya pompa karakteristiğinde değişiklik yapılarak ihtiyaca uygun debiye ulaşılabileceğini, debiyi kendimizce uygun değere getirebilmemize rağmen bu esnada sistem basıncındaki değişimlerin olumsuz durumlara neden olabildiğini, halbuki basınçlı sulama sistemlerinde, yağmurlama sulama yönteminde, damlama sulama yönteminde de debiye bağlı olmaksızın basıncın sabit kalmasının beklendiğini, bundan dolayı basınçlı sulama yönteminde gerek duyulan sabit basınç değeri muhafaza edilirken değişken kademeli debilerde verimin tepe noktası civarında hem fikir olunabilecek bir metoda ihtiyaç olduğunu ifade etmişlerdir.

Yüksel (2007) yaptığı çalışmada; modern sulama tekniklerinden biri olan basınçlı sulama sistemlerinde, pompa vasıtasıyla kaynaktan alınan suyun kapalı boru hatları içerisinde basınçlı olarak sulama alanına kadar iletiltiğini, pompa ile iletilecek suyun temizliğinin pompanın yapısal özellikleri ile yakından ilgili olduğunu, kaynaktan alınan

suyun içindeki kum ve diğer süspanse maddelerin, pompada aşınmaya (özellikle suyun teması olan kısımlarda) neden olduğu konularına değinmiştir.

Kaya ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada; kayda değer bir endüstriyel imalat tesisinde pompaların enerji verimliliğini dikkate alarak farklı ortam şartları ve en fazla yükte her bir pompa için; basınç, debi, sıcaklık ve elektrik motorlarının harcadıkları gücü ölçümleyerek hali hazırda pompa ve elektrik motorlarının verimlerine ulaşmayı sağlamışlardır. Bu şekilde ulaşılan sonuçlara dikkat edilerek her bir pompa ve elektrik motoru için potansiyel enerji tasarruf durumlarını incelemişlerdir. Her bir sistem için iyileştirme yapılması ihtiyacının olduğunu, bu iyileştirmeler için gerekli yatırım maliyetleri göz önüne alınıp geri dönüşüm sürelerinin belirlenerek önemli tasarruf şartları için bazı önerileri ifade etmişlerdir. Halihazırda düşük verimli pompaların değiştirilmesi, verimliliği zaman zaman düşüş gösteren pompaların bakımı, gerektiğinden fazla güçte seçilen elektrik motorlarının optimum güçteki elektrik motorlarıyla revize edilerek yüksek verimlilikte elektrik motorlarının kullanımı ve kavitasyon sorunlarının ortadan kaldırılmasını tavsiye ederek söz konusu her bir tasarruf imkanı için, yatırım maliyeti ve geri dönüşüm sürelerinin saptanabildiğini açıklamışlardır.

Çalışır (2009) yaptığı çalışmada; kullanılan pompaların seçiminde, tarımsal sulama uygulamalarında kullanım yaygınlığına göre denemelerin üç farklı anma çapındaki dalgıç ve milli derin kuyu pompalarında üç tekerrürlü olarak yapıldığını, denemelerde pompa karakteristik ve düşüm değerlerinin tespit edilmesine yönelik bir vana ile bu vananın tam kapalı vana ve tam açık vana konumu için 10 ile 13 arasındaki değerlere göre incelendiğini belirtmiştir.

Çalışır (2010) yaptığı çalışmada; genellikle dalgıç pompaların kuyu içerisinde çalıştırılmasını sağlayan dalgıç elektrik motorları ile birlikte; sistemin basınç ve debi gereksinimini karşılayacak bir pompa grubunun motora bir kaplin aracılığıyla direk bağlanarak kullanıldığı ifade etmiştir.

Lamaddalena ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada; en iyi pompaj sisteminin işletme modelini tespit etmek amacıyla enerji tüketimini optimize edebilmek için farklı iki tarlada debi ve basınç ihtiyacını, değişken hızlı pompalar vasıtasıyla tüm sulama sezonu esnasında pompa sistemi karakteristik eğrileri ile karşılaştırmışlardır. Sabit olmayan hız teknolojisine dayanan çeşitli ayarlanabilir özellikleri olanlar kullanılarak pompa

karakteristik eğrileri ile sulama sistem eğrilerini karşılaştırmışlardır. Bu yöntemlerde sağlanan enerji kazanımının İtalya'daki iki sulama bölgesinde (564 ha ve 445 ha) test edilerek hesaplandığını, pompaj sisteminde toplam 4 adet yatay milli santrifüj pompa yer almakta olup bunlardan bir tanesinin de yedek olarak ayrıldığını, pompaj tesisinde, sulama sistemi girişinde sabit manometrik yüksekliğin devam ettirilmesi kaydıyla birinci sulama bölgesi için 65 m, ikinci sulama bölgesi için 43 m manometrik yükseklik için ayarlandığını söylemişlerdir. 3 farklı değişken hızlı düzenleme ile yaptıkları çalışmanın ilkinde yalnız bir pompa frekans kontrol cihazı ile sürülürken, diğerinin tam hızda kullanıldığını, ikincisinde her bir pompanın ayrı olarak frekans kontrol cihazı ile sürülerek ardışık olarak aktifleştirildiğini, üçüncüsünde ise, her iki pompanın ayrı ayrı frekans kontrol cihazını ile sürülerek sistem gereksinimine göre aynı hızlarda eş zamanlı olarak kullanıldığını, ilk düzenepteki çalışmada, her iki sulama bölgesinde %24 ve %30, üçüncüde yaklaşık %27 ve %35'lik enerji kazanımı elde edildiğini, ikincisinde ise enerji kazanımı açısından birinciye oranla aralarında bir fark teşkil etmediğini ve bu metodun uygulanması için çok daha gelişmiş yazılımlara gereksinim duyulduğunu ifade etmişlerdir.

Çiftçi ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada; Konya'da yer alan sulama kooperatiflerinin kooperatif başına ortalama sulama alanı, kuyu sayısı, sulama modülü ve çiftçi başına ortalama sulama alanı bakımından ülkemizdeki sulama kooperatifleri ortalamasının üzerinde olduğunu ifade etmişlerdir. Sulama kooperatiflerinde çalışma öncesi ve çalışma sırasında teknik, idari ve mali yönden çeşitli sorunların görüldüğünü ve gerekli önlemlerin alınmasının zorunlu olduğunu belirtmişlerdir.

Yıldırım ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada; sulu tarım alanlardaki artışla birlikte artan su ihtiyacına göre yüksek randımanlı sulama tekniklerinin tercih edilmesinin ve ekilen/dikilen bitkiye ve arazi yapısına göre uyum sağlamasının oldukça önem arz ettiğine değinmişlerdir. Sulama yönteminin; suyun, toprağa ve bitki kök bölgesine verilmiş tekniği olduğunu, sulama yöntemlerinin yüzey sulama ve basınçlı sulama olarak değerlendirildiğini, yüzey sulama yönteminde suyun, arazinin eğimi ve yerçekimi etkisiyle hareket ettiğini, hareket sırasında toprağa sızarak bitki kök bölgesine ulaştığını, basınçlı sulama sistemlerinde ise sulama suyunun, kaynağından bitki kök bölgesine varıncaya dek kapalı borulu sistemleriyle aktarıldığını ve suyun püskürtme, damla, ya da

toprak içine gömülü sistemlerde alttan sızdırma yöntemiyle bitkiye iletilildiğini ifade etmişlerdir.

Yıldırım ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada; yüzey sulama teknikleriyle sulama yapılan tarımsal alanlarda tarla içi su iletiminde sıklıkla toprak veya toprak üstü beton kaplama özelliğine sahip açık kanalların uygulandığını, toprak kanalların ilk işletme maliyetleri düşük olmasına rağmen yüksek oranlarda su kaçağı yoluyla kayıpların ortaya çıktığını, hafif bünyeli topraklarda kayıp oranlarının fazla, ağır bünyeli topraklarda ise nispeten daha az olduğu konularına değinmişlerdir. Ancak killi topraklarda çatlama, sızmayı arttıran bir unsurdur. Sızma kayıpları genellikle %25-35 aralığında değişmektedir. Kumlu ve çakıllı topraklarda bu oran daha da fazla olabilmektedir. Bu kanallarda otlama ve zaman zaman oyulmalar sebebiyle bakım işlemlerinin fazlaca yapılma ihtiyacı oluşmaktadır. Söz konusu kanal su akışından negatif anlamda etkilendiği için temizlik ve işletmenin bakımına harcanacak bütçeyi de yükselttiğini ifade etmişlerdir.

Reca ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada; optimum pompalama programının aşamaları kapsamında kompleks özelliğe sahip su dağıtım sistemi üzerinde model oluşturarak yıl içindeki sulama gereksinimleri, pompa verimleri, elektrik ücret tarifeleri ve enerji ücretleri üzerine incelemede bulunmuşlardır. Hali hazırda kullanılan uygulama, geliştirilen stratejiye sahip modellerle karşılaştırıldığında iyileştirmeler yardımıyla %20 oranında enerji tasarrufu elde edilebileceğini göstermişlerdir.

Yavuz ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada; sulama sahasında Konya-Çumra Sulama Birliği'nin işletmecilik yönü dikkate alındığında çiftçilerin %18'inin hesaplama yaparak sulama suyu için gereken miktarı öngördüklerini ve sulama birliğinden sulama hakkında yeteri kadar danışma yardımı alamadıklarını (%82) ifade etmişlerdir. Ayrıca sulama planlamasının doğru bir şekilde oluşturulamamasının, aşırı su tüketimine ve bitki deseninin seçiminin hatalı yapılmasına neden olduğunu belirtmişlerdir.

Zhu ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada; yer üstü sularının bulunmadığı alanlarda su temininin yer altı sularından sağlanmasının insanlık tarihi kadar eski bir metot olduğunu, bu şekilde göreceli olarak büyük çapta açılan kuyulardan çıkırık ve benzeri araçlar ile suyun yer üstüne ulaştırıldığını, 19. yüzyılda bir nevi pozitif deplasman pompası sayılabilecek tulumbalar tasarlanarak yaygın bir şekilde tercih edilmeye

başlandığını, bir taraftan nüfus artışına paralel su gereksinimdeki artışın yeni mühendislik çözümleri bulma ihtiyacını doğurduğunu vurgulamışlardır. Bu çözümlerden birinin de santrifüj süreci sonunda mekanik gücü hidrolik güce dönüştüren dalgıç pompa konstrüksiyonu olduğunu, oluşan bu yapının lazım olan basınç için kademelerin seri bağlanabildiği karışık akışlı santrifüj pompanın su altında çalışmaya uygun bir elektrik motoruna monte edilmesinden meydana geldiğini, dalgıç pompa kademesi bahsi geçtiği üzere çark ve difüzör olmak üzere iki ana unsurdan oluşmakta olup şaft vasıtasıyla motora bağlı çark mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye çevirebildiğini, difüzörün ise akış hızını düşürüp kinetik enerjiyi statik basınç enerjisine dönüştürerek çarka gelen radyal itme kuvvetlerini indirgediğini ifade etmişlerdir.

Zhu ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada; pompa sistemlerinde yapılacak revizyonlar ile gelişmiş ülkelerin enerji tüketiminde %6'lık bir kazanım elde edilmesinin ön görüldüğünü, bu nedenle başta ülkemiz olmak üzere enerjide dışa bağımlılığı bulunan ülkelerde pompa tasarımı için optimal tasarım parametrelerinin belirlenmesinin en büyük hedefler arasında yer aldığını, söz konusu hedefler arasında yer alan ve yakın zamanda dalgıç pompanın büyüklüğünde ve malzeme içeriğinde elde edilen araştırma geliştirme faaliyetleri kapsamında dalgıç pompaların; tarım ve kentsel su gereksiniminin karşılanması, petrol ve doğal gazın yer üstüne çıkarılması esnasında sıklıkla tercih edildiğini ifade etmişlerdir.

Candan ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada; ülkemizde tarımsal sulama işletmeciliği yönünden oldukça büyük öneme sahip sulama kooperatifleri sayısının 2016 yılı itibarıyla 2497, ortak sayısının ise 295.984 olduğunu, sulama kooperatiflerinin ülke genelinde sulamaya açtığı alanın yaklaşık 1,3 milyon ha olduğunu ve 322 adet ile en çok sulama kooperatifine sahip il olan Konya ilinde bulunan kooperatiflerin su kaynaklarının genellikle yer altı suyundan oluştuğunu, kooperatiflere ait tüm kuyu adedinin 3646, su debisinin 116442 l/s, kurulu pompa sayısının 3235 ve kurulu pompa gücünün 134479 kW olarak tespit ettiklerini ve kooperatiflerden faydalanılan sulama alanlarından 89166 ha alanda yağmurlama sulama, 7442 ha alanda damla sulama ve 56155 ha alanda salma sulama tekniklerinin kullanıldığını ifade etmişlerdir. Ayrıca kooperatiflerin çalışmalarını sürdürürken en önemli sorunlarının başında teknik personel eksikliği, su ücretlerinin yüksek olması, tahakkuk güçlüğü ve bakım-onarım hizmetlerinin yeterince bulunmaması gibi konuların öneminden bahsetmişlerdir.

Anonim (2020) yaptığı çalışmada; ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir yıllık su miktarının son 20 yıla bakıldığında 1.652m^3 'ten 1.346m^3 değerine düştüğünü, su baskısı yaşayan ülkeler arasında yer aldığımızı, suyun tasarruflu ve optimum bir şekilde kullanılmasının öncelikli olması gerektiğini, depolamalı tesisler yapılması ile su kaynakları potansiyelinin değerlendirilerek çok amaçlı kullanılması için faaliyetlerin yapıldığını ifade etmiştir. Bunun yanı sıra sulamada kullanılan suyun kaçaklarının engellenerek daha verimli kullanılabilmesi, toprağın kalitesinde belirleyici özellik olan drenaj problemlerinin çözülmesi amacıyla projelerin tasarlanması ve geleneksel açık sulama sistemleri yerine modern kapalı sulama sistemlerinin daha fazla kullanılır hale getirilmesinin hedeflendiğini açıklamıştır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada yer altı suyunun tarımsal sulama amacıyla kullanımında söz konusu sulama alanında yer alan kuyudan su çekilirken ölçümlerin, pompaj sisteminde yer alan debimetre, basınç sensörü, seviye sensörü, enerji analizörü ve frekans konvertörü kullanılarak hem yerinde hem de yazılım programı ile uzaktan erişim metotlarını kullanılmıştır. Ayrıca Nalbantoğlu'nun (2001) çalışmasına ait aşağıda yer alan parametrelerden baz alınarak sistem revizyonunda kullanılacak materyaller ve yöntem oluşturulmuştur.

3.1. Dalgıç Pompa Tercihinde Önemli Parametreler

Dalgıç pompa tercih edilirken aşağıdaki maddelerin değerlendirilmesi uygun olacaktır. Bu maddelerde; pompa-kuyu çapı, pompa-kuyu debisi, manometrik yükseklik, statik su seviyesi, dinamik su seviyesi verilerinin pompaj sistemindeki etkilerine yer verilmiştir.

3.1.1. Pompa ve kuyu çapı

Takıp sökme bakımından Pompa çapının kuyu çapından yaklaşık 2 inç kadar düşük olacak şekilde ayarlanması önemli bir avantaj sağlayacaktır.

3.1.2. Pompa ve kuyu debisi

Kuyu debisi, kuyu derinliğine ve kuyunun yeraltı kaynaklarından yararlanacak şekilde kuyudan çekilebilen su miktarı anlamına gelmektedir. Kuyu açıldıktan sonra temizlenip kuyu debisi tespit edilir. Yüksek değerde debisi olan pompa çalışırken kuyunun su yüksekliği önemli ölçüde azalarak kuyunun kuma maruz kalmasına neden olmaktadır.

3.1.3. Manometrik yükseklik

Manometrik yükseklik, kuyunun dinamik seviyesi, suyun verileceği kod, pompadan suyun iletildiği kısımda bulunan boru tesisatındaki kayıpların eklenmesi ile ortaya çıkmaktadır.

3.1.4. Statik su seviyesi

Hiçbir şekilde sondaj kuyusunun su temini için kullanılmadığı durumdaki kuyu ağzının su seviyesine göre olan konumudur

3.1.5. Dinamik su seviyesi

Periyodik bir zaman diliminde kuyu debisinden daha fazla su çekmemek şartıyla belirli bir debi ile kuyudan su çekilirken suyun düştüğü alt limit değeri dinamik su seviyesi olarak adlandırılmaktadır.

3.2. Frekans Kontrollü Pompa Sistemlerinde Enerji Tasarrufu

Pompa sistemlerinde devir hızı (n) ile toplam yük bağlantısında frekans çeviricisi tercih edilmesi birtakım avantajlar kazandırmaktadır. Pompanın debi ve basıncı alttaki grafikten de görüleceği gibi devir hızı ile ayarlanarak gereken değerlere ulaşılabilir.

Q_N : Pompanın anma debisi Q : Pompadan istenen debi

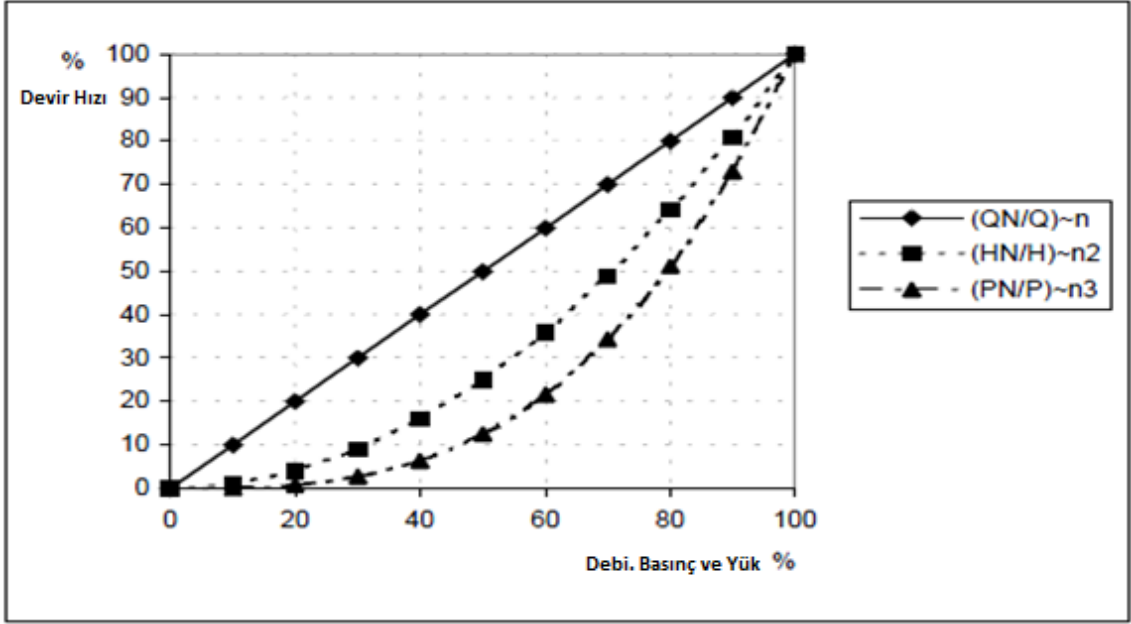
H_N : Pompanın anma basıncı H : Pompadan istenen basınç

P_N : Pompanın anma gücü P : Pompanın gücü

n_N : Pompanın anma devir hızı n : Pompanın devir hızı

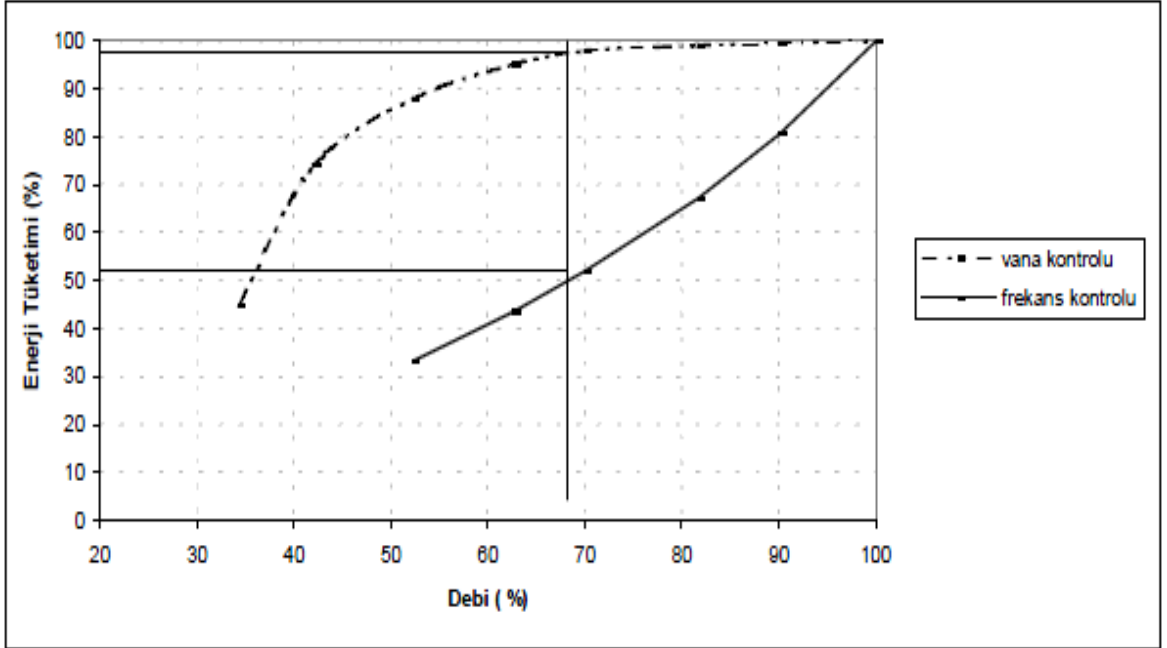
Pompanın devir hızı %30 azaltıldığında şekil 3.1.'deki değerlere göre pompanın debisi %30, basıncı %51 azalmaktadır. Bazı pompa sistemlerinde farklı debi değerlerine gerek duyulabilmektedir. Bu değerleri debide uygulayabilmek için ihtiyaca yönelik tercih edilen vana ayarı, kontrol metodu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Daha da gelişmiş güncel kontrol metodu, pompanın devir hızının frekans çeviricisi ile ayarlanabildiği metottur. Debi kontrolünün, frekans çeviricisi sayesinde hız kontrolü ile yapılması ilk yatırım maliyeti açısından olumsuz bir yöntem gibi görülmesine karşın enerji tüketimi ve işletme giderlerinin daha azalması sebebi ile bazı durumlarda kullanıcılar tarafından olumlu karşılanmaktadır.



Şekil 3. 1. Debi, basınç ve toplam yükün devir hızı ile değişimi

Örnek olarak şekil 3.2.'ye bakıldığında; Danfoss firmasının frekans dönüştürücü ve vana kontrolü ile uygulama yaptığı denemelere göre; debide %30'luk bir azaltmanın vana kontrollü pompanın elektrik enerji giderinde %2, frekans kontrollü de ise %48 enerji tasarrufu elde edildiği saptanmıştır. (Anonim, 2001)

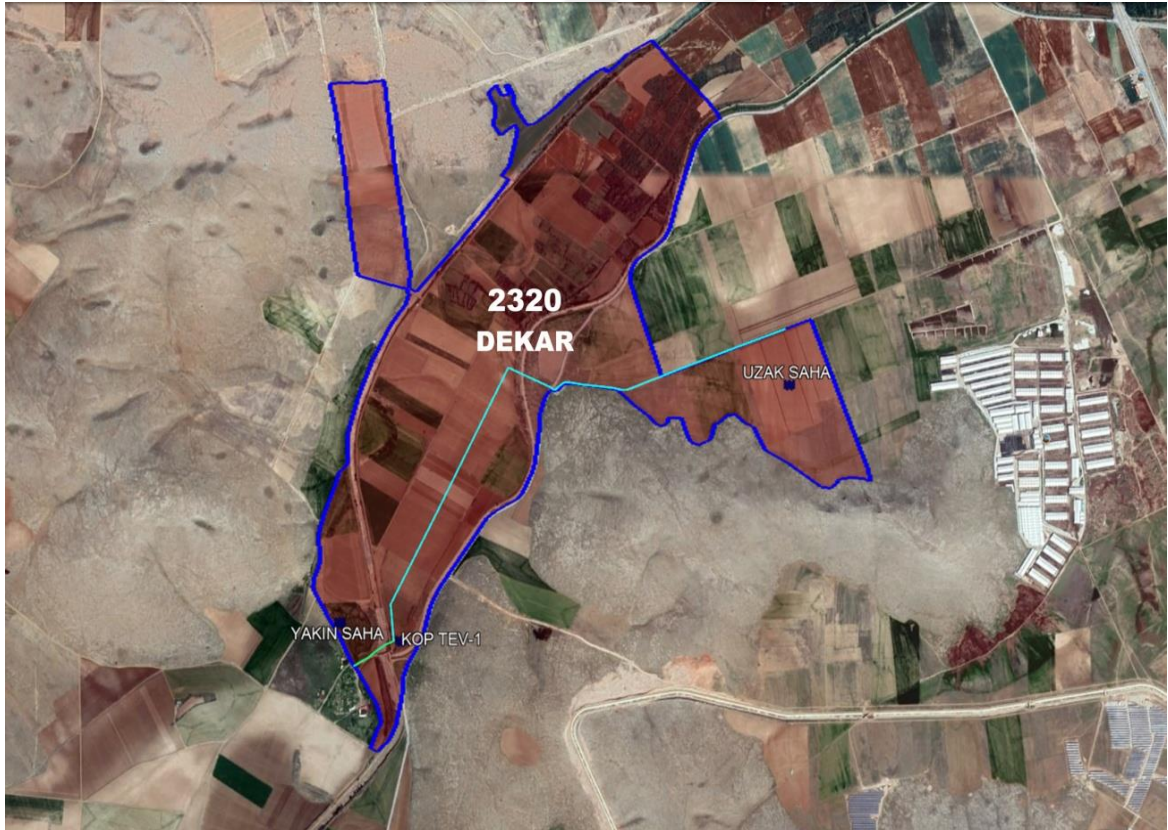


Şekil 3. 2. Vana ve frekans dönüştürücü ile elektrik enerjisinde yapılan tasarruf

3.3. Ölçüm Yöntemi

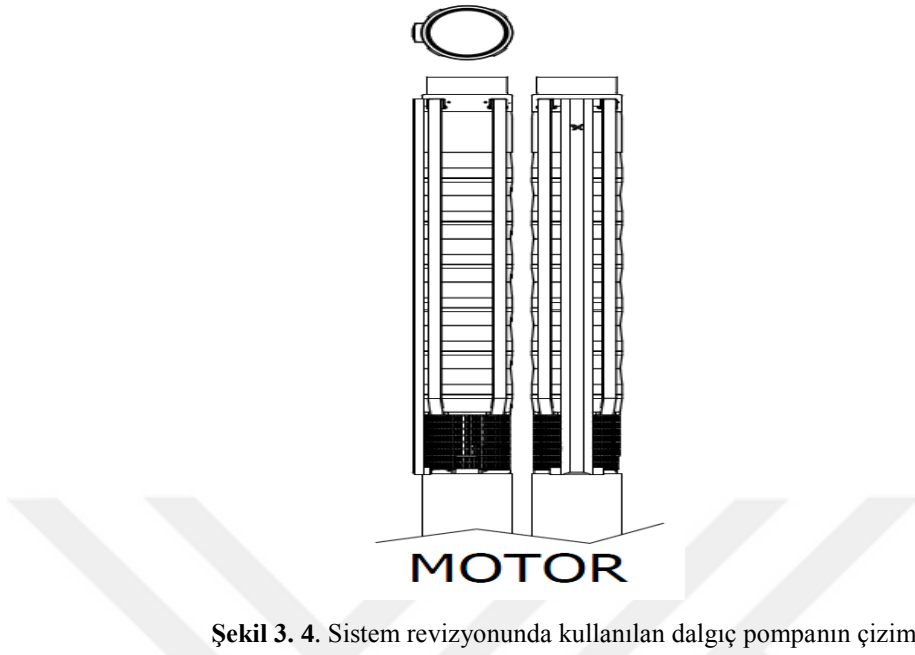
Yukarıda bahsedilen söz konusu parametreler ve frekans kontrollü sistem baz alınarak yapılan çalışmada debi ölçmeye yönelik 10-300 ton/h debi sınırlarında %2 hata toleransı ölçüm özelliğine sahip “Ultrasonik Debimetre” tercih edilmiştir. Basınç ölçmeye yönelik kullanılan manometreler içinde pompa çıkışı ve basıncına göre “Dijital Manometre” seçilmiştir. Şebekeden çekilen güç ölçümleri için Voltmetre, Ampermetre ve Cosφ metre’den yararlanılmıştır. İhtiyaç olduğu zamanda güç ölçümü kalibre edilmiş kWh metre (sayaç) ile de ölçümler yapılmıştır.

Alibeyhüyüğü Sulama Kooperatifine ait test kuyusundaki ölçülen değerlerden faydalanılmış olup toplam sulama sahasını içeren harita Şekil 3.3’te verilmiştir.



Şekil 3. 3. Alibeyhüyüğü kooperatifinde örnek sulama alanı

Şekil 3.4'te sistem revizyonunda kullanılan yeni pompa sisteminin çizimi verilmiştir.



Enerji verimliliği değişimini uzun ve kısa mesafedeki tarlaların sulanmasında belirlemek amacıyla yaklaşık 2.000 m uzaklıkta bir tarla ve yaklaşık 200 m uzaklıkta bir başka tarla sulama değerlerinden faydalanılmıştır. Ayrıca şekil 3.5'teki uzak sulama sahası olarak belirlenen bölge ile sistem revizyonu yapılmış kuyu arasında yaklaşık 10 m kot farkı bulunmaktadır.



Şekil 3. 5. Test kuyusundan 2000 m uzaklıkta sulama alanı

Sistem revizyonu yapılmış kuyudan kısa mesafede sulanan sulama sahasının görüntüsü şekil 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3. 6. Test kuyusundan 200 m uzaklıkta sulama alanı

Sistem revizyonuna başlarken kuyunun, pompanın ve terfi hattının hidrolik analizinin değerlendirilmesi oldukça önemli olmaktadır. Sistem revizyonunun söz konusu analiz neticesine istinaden gerçekleştirilmesi uygun olmaktadır. Bu kapsamda çalışmada kullanılan kuyudaki sistemden ölçüm değerlerini elde etmek için kontrol panosu ile beraber veri alınan cihazlar aşağıdaki gibidir.

- Elektromanyetik Debimetre
- Kuyu Çıkış Basınç Sensörü
- Hat Çıkış Basınç Sensörü
- Hidrostatik Kuyu Seviye Sensörü
- Enerji Analizörü

Alibeyhüyüğü Sulama Kooperatifinde revizyonu yapılan sulama sistemine ait aşağıdaki veriler program ara yüzü sayesinde uzaktan da izlenebilmiştir.

- Kuyunun Statik Seviye
- Kuyunun Dinamik Seviye
- Pompanın Debi
- Pompanın Basıncı

- Pompanın P1 Gücü
- Kuyunun Koordinatı
- Pompanın Şebekeden Çektiği Güç

Şekil 3.7 ve 3.8’de görülen sürücülü (frekans konvertörlü) güç panosu sayesinde pompanın maksimum verimde kullanılabilmesi sağlanmıştır.

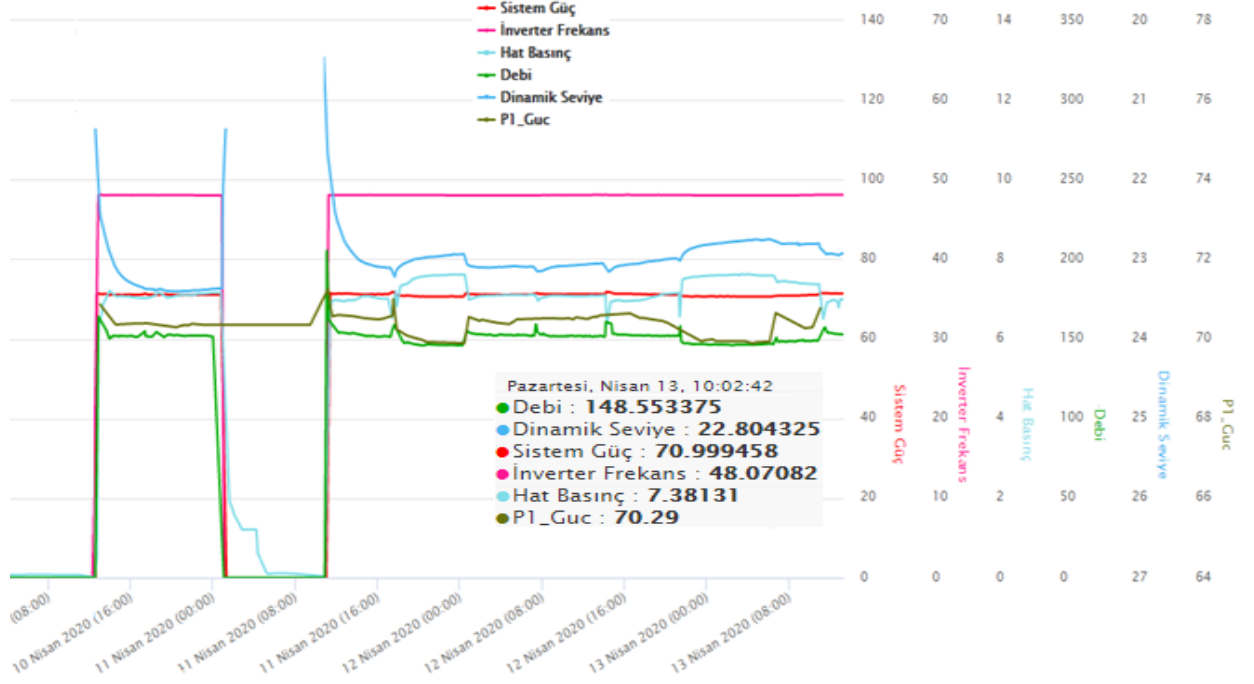


Şekil 3. 7. Revize edilmiş güç panosu



Şekil 3. 8. Sürücülü güç panosu

Şekil 3.9.'da program ara yüzüne ait grafikte görüleceği üzere kullanılan sensörler, ölçüm cihazları ve yazılım uygulaması sayesinde hem yerinde hem de uzaktan okuma yapılabilirken test kuyusundaki debi, güç, frekans, basınç, dinamik seviye gibi değerlere gün içerisinde belirli saat aralıklarında ulaşılabilir. Şekil 3.9.

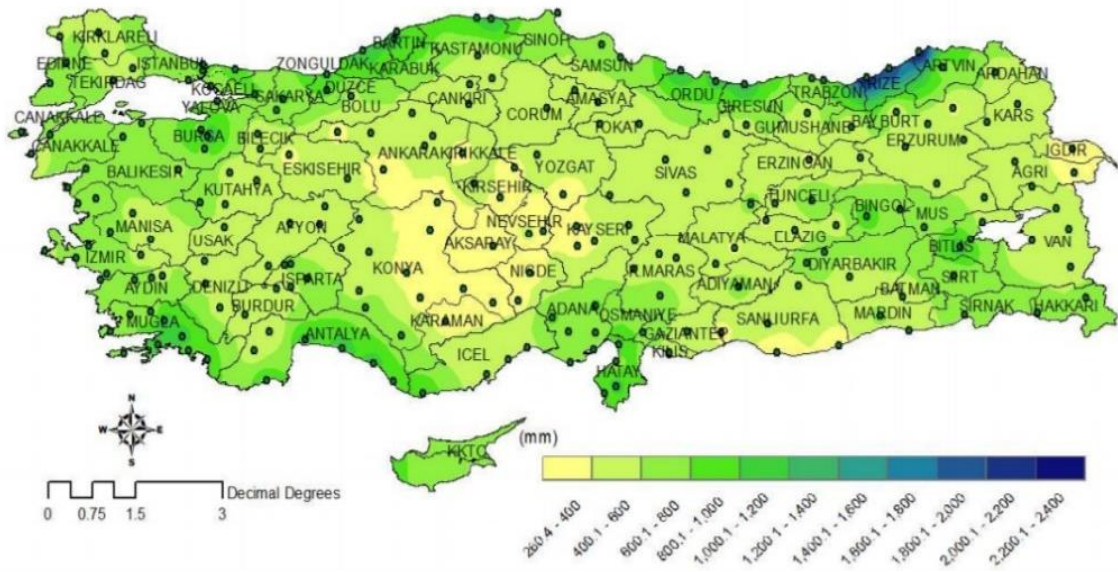


Şekil 3. 9. Sistem gücü, inverter frekansı ve debi değerleri grafiği

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Ülkemizde devam eden sulama faaliyetlerine yönelik yatırımlar tarımın sürdürülebilirliği açısından oldukça faydalı olmaktadır. Konya kapalı havzasında yapılan kamu yatırımları arasında tarım sektörü her zaman en fazla oranda öne çıkmaktadır. Suyun tasarruflu temin edilmesine yönelik önemli kıstaslardan sayılan arazi toplulaştırması, sulama alanlarındaki sulama şebekelerinin açık kanal sulama sisteminden kapalı sistemine çevrilmesi, tarla içi sulamalarda basınçlı sulama metotlarının kullanılması ve toprak yapısının doğal yağışlardan optimum seviyede yararlanılabilmesine yönelik hedefler koyulması enerji verimliliğine yönelik çalışmalar kadar önem arz etmektedir. Bu kapsamda elektrik enerjisi sarfiyatları sulama kooperatifleri ve çiftçiler için ekonomik anlamda büyük engel teşkil etmekte olup söz konusu hedefler doğrultusunda alınacak tedbirler ve uygulamalar sayesinde bu yükü hafifletmek mümkün olabilecektir.

Şekil 4.1’de Türkiye yıllık toplam yağış dağılımı haritası verilerine göre Konya kapalı havzasının yıllık ortalama yağış miktarı 320 mm (kg/m²) civarındadır (Anonim2, 2018). Ayrıca yıllık ortalama yağış haritasındaki verilere bakıldığında Konya kapalı havzasının ülkemizin en az yağış alan bölümü olduğu görülmektedir. Söz konusu sebeplerden dolayı bu alanlardaki yeraltı su potansiyelinin verimli bir şekilde uzun vadede kullanımına yönelik önlemlerin alınması faydalı olacaktır.



Şekil 4. 1. Türkiye yıllık toplam yağış dağılımı haritası (1970-2017)

Çoğunluğu tarımsal sulama için tüketilmekte olan suyun yer aldığı Konya kapalı havzasındaki erişilebilir su potansiyeli dikkate alındığında su tüketiminin potansiyelden daha fazla olduğu görülmektedir. Bu bağlamda söz konusu havzada meydana gelen su açığının Konya ilinde en çok sulama kooperatifine sahip Çumra ilçesinde yer alan Alibeyhüyüğü Sulama bölgesindeki tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliğinin sağlanması konusunda engel oluşturabileceği de ön görülmektedir.

4.1. Yıllık Ortalama Elektrik Enerjisi ve Yeraltı Suyu Tüketimi

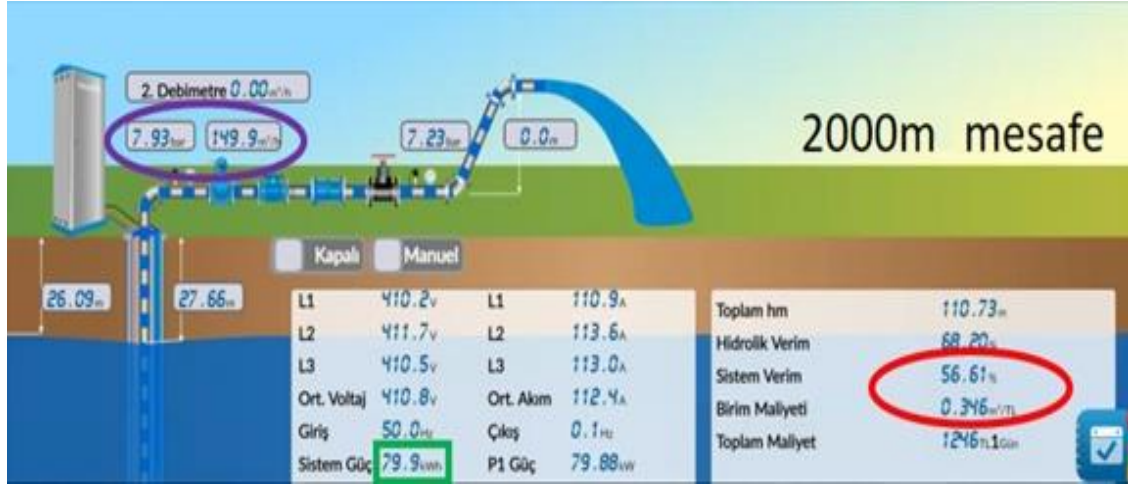
Alibeyhüyüğü Sulama kooperatifine ait 2015, 2016 ve 2017 yıllarında elektrik tüketim miktarlarına bakıldığında 2015 yılında yaklaşık 7,6 milyon kWh, 2016 yılında yaklaşık 11,7 milyon kWh ve 2017 yılında ise yaklaşık 8,5 milyon kWh değerinde tüketim olduğu saptanmıştır. Tüketimin yıllara göre artma eğiliminde olduğu görülmektedir. 2016 yılında yaşanan yüksek tüketimin mevsimsel şartlardan kaynaklandığı anlaşılmaktadır (Anonim1, 2018).

Alibeyhüyüğü Sulama Kooperatifi ile yapılan görüşmelerden alınan bilgilere istinaden ortalama m³ başına tüketilen suyun maliyeti yaklaşık 0,44 kWh olmaktadır. Bu maliyetlerden yola çıkarak, yıllık enerji tüketim giderleri oranlandığında 2015 yılında yaklaşık 17 milyon m³, 2016 yılında yaklaşık 27 milyon m³ ve 2017 yılında ise yaklaşık 20 milyon m³ yeraltı suyu tüketim değerleri elde edilmiştir. Alibeyhüyüğü Sulama Kooperatifi'ne ait yeraltı suyu kuyularının ham ölçüm değerlerinin ortalamalarına göre son yıllarda yeraltı suyu statik seviye yaklaşık 43 m, dinamik seviye ise yaklaşık 53 m civarında seyretmiştir.

4.2. Sulama Sistemi Revizyonu ile Maliyet ve Verim Hesabı

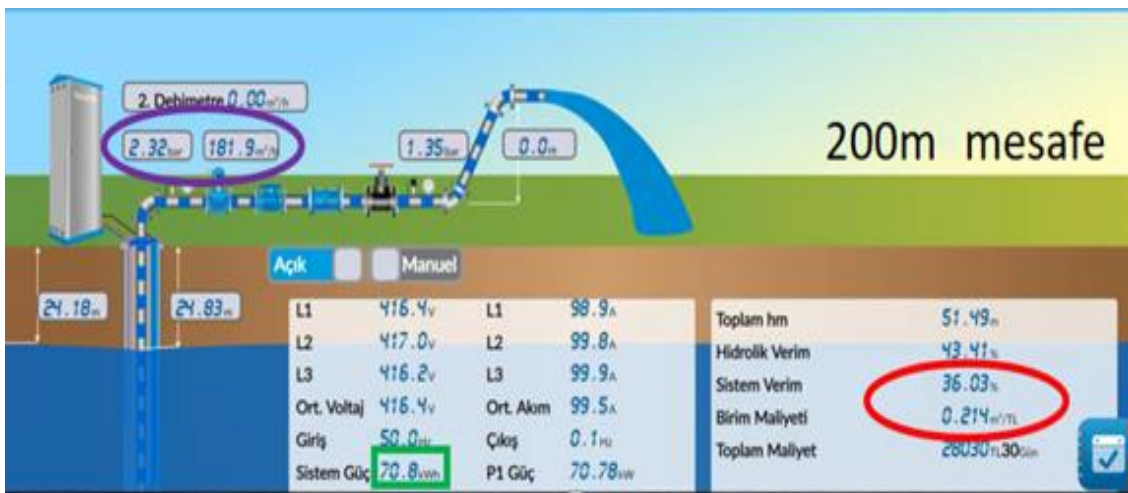
Ülkemizdeki tarımsal sulamada tercih edilen dalgıç pompa sistemleri incelendiğinde yanlış pompa ve motor seçimleri ile karşılaşmakta olup söz konusu sebeplerinin başında, pompa temini sağlayan firmaların sulama sahasının özelliklerini, sondaj kuyusunun özgül verimini ve çiftçinin kriterlerini göz ardı etmesi vb. nedenler yer almaktadır. Ayrıca çiftçilerimizin daha verimli olacağına inanarak ihtiyacından daha fazla kapasitede pompa ve motorlar tercih etmelerinden dolayı enerjinin verimsiz bir şekilde kullanılması sonucunda çok büyük miktarlarda enerji boşa harcanmaktadır.

Şekil 4.2’de program aracılığıyla ile görüldüğü üzere Alibeyhüyüğü Sulama Kooperatifi’ne ait test kuyusunda mevcut bulunan pompa ile 2000 m mesafede yaklaşık $150 \text{ m}^3/\text{h}$ değerdeki suyu, yaklaşık 80 kW elektrik gücü ile çekmekteyken sistem verimi yaklaşık %56 olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4. 2. Revizyon öncesi 2000 m uzaklığa yapılan sulama ölçümleri

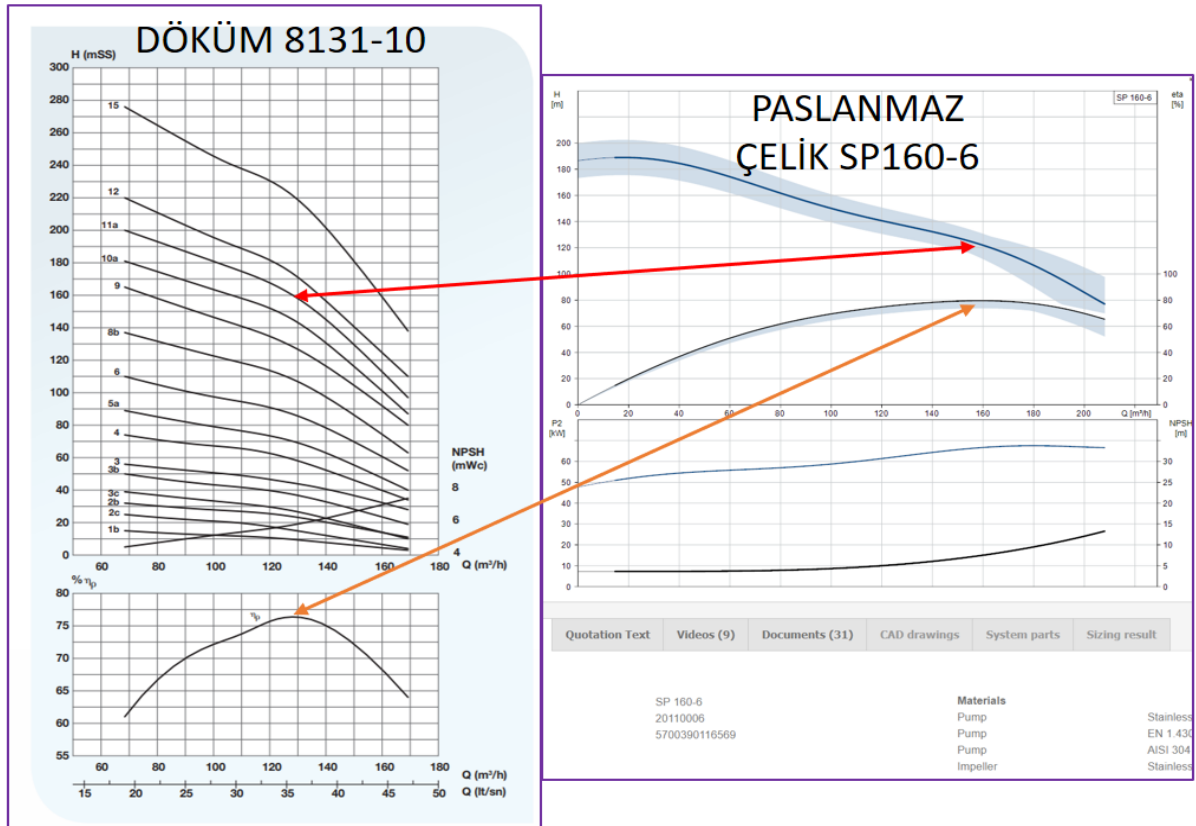
Yine aynı test kuyusunda mevcut bulunan pompanın yakın mesafe için sulama değerleri program aracılığıyla şekil 4.3’te verilmiştir. Mevcut pompa 200 m mesafede yaklaşık $181,9 \text{ m}^3/\text{h}$ değerdeki suyu 70,8 kW elektrik gücü ile çekmekteyken sistem verimi yaklaşık %36 olarak görülmüştür.



Şekil 4. 3. Revizyon öncesi 200 m uzaklığa yapılan sulama ölçümleri

Revizyon öncesi sahadan elde edilen veriler doğrultusunda 131 ton grubu ve 10 kademeli hidrolik fanı olan mevcut döküm pompanın yerine 160 ton grubu ve 6 kademeli hidrolik fan özelliğine sahip paslanmaz çelik pompanın daha uygun olacağı ön görülmüştür.

Şekil 4.4'te test kuyusundaki mevcut pompanın ve revizyon için önerilen pompanın hidrolik grafiklerinde kırmızı ok işaretiyle pompaların performans eğrileri, turuncu ok işaretiyle ise verim eğrileri kıyaslanmıştır. Pompaların farklı ortamlarda optimum çalışabilmesine yönelik olarak verim eğrilerinin olabildiğince yatık olması beklenmektedir. Revizyon öncesine ait döküm pompanın verim eğrisine bakıldığında 130 m³/h'de yaklaşık %73 verimle pik yaptığı görülürken 150-180 m³/h aralığında verimin dik bir şekilde azaldığı görülmektedir. Revizyon sonrası tercih edilen paslanmaz çelik pompanın verim eğrisine baktığımızda ise 160 m³/h'de yaklaşık %79 verimle pik yaptığı görülürken 150-180 m³/h aralığında bile verimin maksimum değerlere yakın devam ettiği görülmektedir.



Şekil 4. 4. Test kuyusundaki mevcut ve revize edilen pompaların hidrolik grafikleri

Frekans konvertörlü güç panosu sayesinde pompanın maksimum verimde kullanılabilmesinin mümkün olduğu ön görülmektedir.

4.2.1. 2000 m mesafede yapılan sulamada enerji tasarrufu

Çizelge 4.1’de çalışmada söz konusu kuyudan revizyon öncesi ve revizyon sonrasındaki 2000 m uzaklığa yapılan sulama değerleri kıyaslanmıştır. Test kuyusundan revizyon öncesinde, çapları 160 mm ve 90 mm iki ayrı borudan saatte 150 ton su saatte yaklaşık 80 kW güç ile sulanan tarlaya çekilirken, debi sabit tutularak revizyon sonrası sistem kullanıldığında saatte yaklaşık 72 kW güç ile aynı miktarda su sulama sahasına çekilmiştir.

Çizelge 4. 1. Revizyon öncesi ve sonrası 2000 m mesafede sulama değerleri

	Revizyon Öncesi	Revizyon Sonrası
Debi (m ³ /h)	150	148
Hat Basıncı (bar)	7,9	8,8
Basma Yüksekliği (hm/ mss)	110	119
Güç (kW)	80	72
Sistem Verimi (%)	56	60
Tasarruf Miktarı (kW/h)	-	8,5
Tasarruf Oranı (%)	-	10

Çizelge 4.1.’de görüldüğü üzere söz konusu iki durumda yapılan sulamada test kuyusunda yapılan revizyon sayesinde yaklaşık %10 enerji tasarrufu sağlanmıştır. Bu tasarrufun kooperatife yıllık ekonomik katkısı büyük ölçüde önem arz etmektedir.

4.2.2. 200 m mesafede yapılan sulamada enerji tasarrufu

Çizelge 4.2’de söz konusu test kuyusundan 200 m uzaklığa yapılan sulama değerleri revizyon öncesi ve revizyon sonrası olarak kıyaslanmıştır. Revizyon öncesi 160 mm çaptaki boru ile 200 m uzaklığa yapılan sulamada saatte 181 ton su, saatte yaklaşık 71 kW güç tüketilerek çekilirken, debi sabit tutularak revizyon sonrası (x) sistemindeki verilere göre aynı miktarda su, saatte yaklaşık 58 kW güç tüketilerek çekilmiştir. Bu durumda yapılan sulamada yaklaşık %18 enerji tasarrufu olduğu görülmektedir.

Yine söz konusu kuyudan 200 m uzaklıktaki alana sulama yapılırken saatte 163 ton su çekmek için revizyon öncesi saatte yaklaşık 71 kW güç tüketilirken revizyon

sonrasında (y) sistemindeki verilere göre saatte yaklaşık 50 kW güç tüketilmekte olup bu durum sayesinde yaklaşık %29 oranında elde edilecek tasarruf sayesinde Alibeyhüyüğü bölgesine önemli derecede ekonomik avantaj sağlayacağı düşünülmektedir

Çizelge 4. 2. Revizyon öncesi ve sonrası 200 m mesafede sulama değerleri

	Revizyon Öncesi	Revizyon Sonrası (x)	Revizyon Sonrası (y)
Debi (m ³ /h)	181	179	163
Hat Basıncı (bar)	2,3	3,8	3,8
Basma Yüksekliği (hm/ mss)	51	69	69
Güç (kW)	71	58	50
Sistem Verimi (%)	36,0	59,7	63,2
Tasarruf Miktarı (kW/h)	-	12,7	20,5
Tasarruf Oranı (%)	-	18	29

Çizelge 4.3'te yer alan iki çeşit pompa verilerine istinaden eskiye nazaran yeni sistem günde yaklaşık 18 saat olmak üzere yılda yaklaşık 180 gün sulama yapılacağı varsayılarak düzenli olarak kullanıldığında yaklaşık %20 tasarruf edileceği ön görülmektedir.

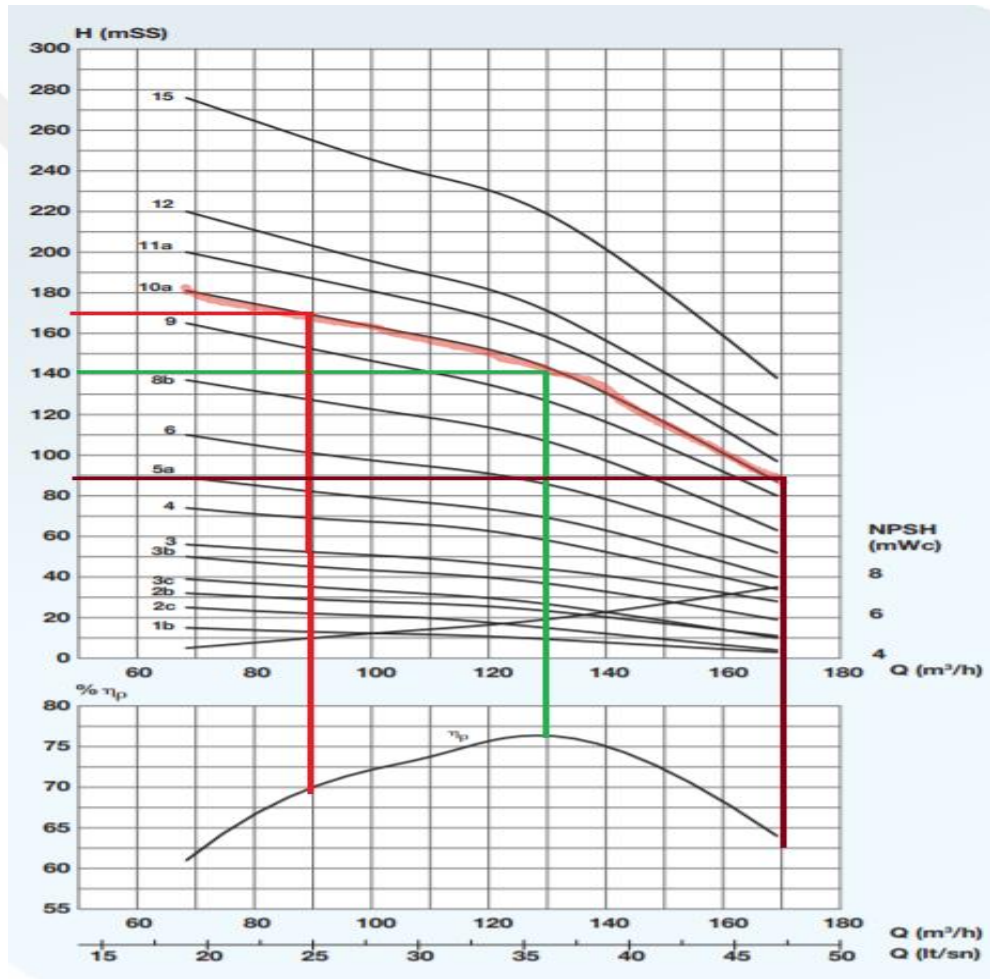
Çizelge 4. 3. Mevcut durum ile revizyon sonrası karşılaştırma

Sistem Verileri		
Yıllık Çalışma Süresi (Saat-Gün)	18-180	
Pompa Verileri	Mevcut Pompa	Yeni Pompa
	Döküm 8131-10	Paslanmaz Çelik 160 -6
Motor Gücü (kW)	75	75
Basma Yüksekliği (m)	70	70
Ölçülen Güç Değeri (kW)	74	58
Çıkış Debisi (m ³ /h)	172	172
ηh Motor Verim (%)	83	83
ηh Pompa Hidrolik Verim (%)	53,3	67,5
Yaklaşık hesaplanan değerler		
1m ³ Su İçin Harcanan Enerji (kWh/m ³)	0,43	0,34
1 Yılda Toplam Harcanan Enerji (kWh)	320.000	253.000
Tasarruf %	20	

Bölgede sıklıkla tercih edilen 8" çap, 131 ton/10a kademe grubu pompanın verim, basma yüksekliği ve debi grafiği Şekil 4.5'te verilmiştir. Ancak paslanmaz çelik pompa sistemlerine nazaran döküm pompanın dezavantajları aşağıdaki grafikte yer alan eğrilerin değerlendirilmesi ile anlatılmıştır.

Şekil 4.5'e göre 131 / 10a pompanın veriminin pik yaptığı zamanda 130 m³/h debide ve 140 metre basma yüksekliğinde çalıştığı anlaşılmakta olup en yüksek pompa verimi ise yaklaşık %77 olmaktadır.

Basma yüksekliği 175 metre olduğunda pompa debisi 80 m³/h değerine düşerken verim de %66 seviyesine düşmekte olup pompanın eğrinin solunda verimsiz bir şekilde çalıştığı anlaşılmaktadır. Basma yüksekliği 100 metre olduğunda ise pompa debisi 170 m³/h değerine çıkarken verim de %64 seviyesine inmekte olup yine pompanın eğrinin sağında verimsiz bir şekilde çalıştığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4. 5. 8" 131 Ton grubu bir döküm pompanın verim, basma yüksekliği ve debi grafiği

Bu sebeplerden dolayı paslanmaz çelik pompalar, aynı şartlardaki bir döküm pompaya göre hem daha verimli hem de saha değişkenliklerine daha uygun çalışmaktadır. Bu bakımdan paslanmaz çelik pompanın kullanılacağı bir sulama sisteminin bileşenleri çizelge 4.4'te verilmiş olup yaklaşık 100 metre derinliği olan 160 m³/h debi ile su çeken

ve 1 km terfi hattında bulunan ortalama bir kuyu için 2020 yılı fiyatları dikkate alınarak yaklaşık maliyetler ile toplam maliyet içindeki oranları da belirlenmiştir.

Çizelge 4.4'teki verilere istinaden değerlendirildiğinde en fazla yatırım tutarı, ilk yatırım maliyetinin yaklaşık %47'sini oluşturan suyun taşınması için harcanmakta olurken diğer önemli bileşenler ise toplam maliyet içindeki oranı yaklaşık %15 olan kuyu ve maliyet oranı yaklaşık %12 olan trafo-enerji nakil hatları olarak görülmektedir.

Bir sulama sistemi kurulurken; uygun tercih edilen bir pompa, pompa bağlantısındaki mekanik malzemeler, sensörler, otomasyon panosu ve sürücülü güç panosu ve saha ölçümleri de dahil toplam yaklaşık 425.000 TL olan ilk yatırım maliyetinin %25'ini oluşturmaktadır.

Çizelge 4. 4. Sistem bileşenleri yaklaşık maliyet hesabı

Bileşen	Maliyet (TL)	Maliyet Oranı (%)
Saha Ölçümleri	10.000	2,4
Kuyu	65.000	15,3
Paslanmaz Çelik Pompa ve Motor	25.000	5,9
Enerji Kabloları	6.500	1,5
Terfi Hattı ve Şebeke Boruları	200.000	47,1
Mekanik Malzemeler	4.000	1,0
Sensörler (debi, basınç, seviye vb.)	13.500	3,2
Otomasyon Panosu	22.500	5,3
Trafo ve Enerji Nakil Hattı	52.000	12,2
Frekans Konvertörü	26.500	6,2
Toplam	425.000	100

Örnek bir tarımsal sulama sistemi ele aldığında yıllık sulama zamanında (18 saat x 180 gün) yaklaşık olarak 150.000 TL civarında elektrik enerji gideri meydana geldiği düşünülürse ortalama bir sondaj kuyusunun 20 yıllık işletme sürecinde toplam enerji bedeli yaklaşık 3.000.000 TL olacaktır. İşletme maliyetleri açısından pompa ve otomasyon ekipmanlarının maliyeti göz ardı edilebilecek şekilde az olurken yalnızca ilk yatırım maliyeti dikkate alınarak gerçekleştirilen yanlış cihaz/ekipman seçiminin uzun vadede ekonomik açıdan önemli miktarda olumsuz sonuçlar doğuracağı kaçınılmaz olacaktır. Bu nedenle ilk yatırım maliyeti, ömür-devir maliyeti ve işletme maliyeti bileşenleri dikkate alınarak gerçekleştirilecek bir yatırımın çok daha optimum olacağı aşikardır.

Uygulama alanlarına bakıldığında pompa sistemlerinde istenilen enerji veriminin elde edilememesinin başka nedenleri arasında:

- Sulama sistemi oluşturulurken uygun pompa ve motor tercih edilmiş olsa da hem pompaların ömürlerinin bitmesi (kullanıma neticesinde veya kuyudan kaçan kumdan pompa fanlarının deforme olması) hem de zamanla yeraltı su seviyesinin azalmasıyla pompa basma yüksekliğinin (hm) değişmesi sebeplerinden ötürü pompanın ilk uygulama verimi zamanla azalmaktadır.
- Kooperatifler aracılığı ile tarımsal sulamanın olası durumlarında bir kuyu ile o kuyu çevresine uygun mesafede olan birden fazla tarlanın sulanması esnasında bazı tarlalar kuyunun hemen yakınında yer alırken bazı tarlalar da kuyuya 3-4 km'ye kadar uzaklıkta bulunabilmektedir. Boru sürtünme katsayısı, uygulamadaki terfi hattının (sulama borusunun) uzunluğuna ve çapına istinaden farklılaşabilmekte olup bu durum basma yüksekliğinin de değişmesine sebep olmaktadır.
- Söz konusu çalışmanın yapıldığı yer olan Alibeyhüyüğü Bölgesi her ne kadar düzlük olsa da kuyu ve uzak tarla arasında bulunan kot farkları basma yüksekliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Ayrıca uzak mesafe sulama sahası için tercih edilen uygun bir pompa uzak mesafedeki sulamada verimli çalışırken, kısa mesafe sulama sahası için kullanıldığında veriminin azaldığı tespit edilmekte veya tam tersi şekilde kısa mesafe sulama sahası için tercih edilen bir pompa da uzak mesafedeki sulama sahası için kullanıldığında benzer şekilde verim düşüklüğü söz konusu olmaktadır.
- Kuyu kısmında yer alan çek-valf ve kum filtrelerindeki bozulmalar nedeniyle ek sürtünmeler oluşabilmektedir. Çoğunlukla dikkate alınmayan ya da gözden kaçırılan bu sürtünmeler nedeniyle pompanın basma yüksekliği değişmekte ve pompa çalışırken verimin düşmesi ile birlikte enerji sarfiyatlarında artış olmaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Söz konusu test kuyusunda mevcut durumdaki sisteme kıyasla yeni sistemde farklı parametreler baz alınarak yakın ve uzak mesafelere yapılan sulamalarda enerji tüketiminden %10, %18 ve %29 oranlarında tasarruf sağlandığı gözlemlenmiştir. Alibeyhüyüğü Kooperatif bölgesine ait yaklaşık 111 kuyuda yer alan mevcut sistemden alınan verilere istinaden söz konusu revizyon sonrasındaki değerlerler baz alınarak tamamına benzer teknikler uygulanması (kooperatife ait tüm kuyuların toplamında ortalama olarak saatte yaklaşık 6.800 kWh enerji sarfiyatı olduğu bilinirken) durumunda ise ortalama olarak yaklaşık %20 (1.360 kWh) enerji tasarrufu sağlanacağı ön görülmektedir.

Tüm bu sistem ekipmanlarının tercih edilme kriterleri üzerinde yapılan değerlendirmelerin yanı sıra pompa ve hat borusu tercih edilmesi durumlarında bileşenlerin tamamının dikkate alınmasına yönelik eğitim faaliyetlerinin yaygınlaştırılması uygun olacaktır. Bu kapsamda ayrıca, kullanılacak sistem özelliklerine uygun yazılım uygulamasından yararlanılarak anlık veriye ulaşma ve sisteme uzaktan erişim yoluyla da sulama faaliyetlerinin daha verimli hale geleceği hususlarında tarımsal sulama sahasında çalışanların daha da bilinçlendirilmesi en az ekipmanların doğru seçimi kadar önemlidir.

Ayrıca su kaynaklarının korunması ve sulama sistemlerindeki verimlilikte sürdürülebilirliğin sağlanmasının yanı sıra tüm bu tavsiyelere uyularak ülkemizde enerji sektöründe ilk yatırım maliyetlerinin azaltılmasına yönelik kazanımların elde edilmesi muhtemeldir. Sistem revizyonu ile enerji tasarrufuna ilave olarak alınabilecek önemli tedbirler aşağıda yer almaktadır;

- Değişken şartlarda farklı ortamlarda da devamlı optimum bir şekilde uygun verimde uygulamalar (tarla uzaklığı, tarlanın su gereksinimi ve sulama metodu),
- Mevcut durumda kullanılan mekanik ekipmanların anlık performans değerlerine erişim (çek valf, vana, kum filtresi arızalarına anında müdahale edilmesi),
- Problemlerin minimum seviyeye indirgenmesi (motor ve pompanın sürekli olarak en verimli durumlarda aktif olması ile mekanik ömürlerinin uzaması),

- Kompanzasyon sistemi ihtiyacına ve ilk yatırım-bakım onarım giderlerine gerek olmaması (sürücü kullanımı ile kondansatör temini için gerekecek masrafın azalması ve reaktif cezaların engellenmesi),
- Dijital dönüşüme uygun otomasyon sistemi ve uzaktan anlık okuma sistemi (web kaynaklı arayüz ile mobil cihazlardan pratik erişim ve raporlama avantajı),
- Ölçüm sonucunda elde edilen tüm verilerin ve kuyu konumlarının sistemde kaydedilmesi ve geçmişteki kullanılan verilerin kayıtlarının yedeklenmesi,

Bu bağlamda tarımsal sulama sistemlerine yönelik dikkat çekilen söz konusu tüm bu iyileştirmeler ile Alibeyhüyüğü Sulama Kooperatifi bölgesinde enerji maliyetleri önemli ölçüde minimum seviyeye indirilecek olup bu sayede ülkemizin enerjide bağımsızlığını tam olarak elde edebilmesi yolunda önemli adımlar atılmış olacaktır.

5.2. Öneriler

Ülkemizde genel olarak görüldüğü üzere tarımsal sulama yapılırken yeraltı su kaynaklarından suyun yüzeye taşınması için pompaj sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda pompa sistemlerinde verimliliğinin artırılmasında en önemli yöntemlerden biri pompa seçimi, diğeri ise frekans kontrol cihazının kullanılmasıdır.

Yöntemlerden birincisine bakıldığında pompa seçiminde; pompa çapı-debisi, kuyu çapı-debisi ve su seviyesi vb. bileşenler önem taşımaktadır. Bu bileşenler göz önüne alındığında gerek duyulan pompa tercihi yapılarak enerji verimliliğinde tasarruf sağlanabilecektir. Yöntemlerden diğeri ise frekans kontrolü yardımıyla sistemin su ihtiyacına göre aktif hale gelerek şebekeden yalnızca gerek duyulan miktarda enerjiyi çekmekte ve bu sayede enerji sarfıyatı düşürülmektedir.

Söz konusu bu sistemlerin çalıştırılmasında genellikle elektrik enerjisini kullanmakta olup tarımsal sulamada tercih edilen pompaj sistemleriyle ilgili tüm ekipmanların ve makinelerin verimliliğinin artırılması ve enerji tasarrufuna yönelik alınacak tedbirler ile mevcut enerji kaynaklarının optimum bir şekilde kullanılması sağlanabilecektir.

Tüm bu tedbirler ile birlikte tarımsal sulamada sistemlerinde enerji verimliliği sağlanması ve yeraltı suyu potansiyelinin korunarak sürdürülebilir hale getirilmesi hedefiyle tavsiye niteliğindeki öneriler şu şekildedir:

- ✓ Tarımsal sulama sistemlerinde yer altı su kaynaklarından su çeken kuyu envanterinin oluşturulması,
- ✓ Hali hazırdaki kullanılan mevcut dalgıç pompaların ve dalgıç motorların etiket verilerinin kontrol edilmesi, (pompanın debi ekipmanı ve kademe sayısı, motorun çapı ve gücü)
- ✓ Kısa ve uzun mesafelerde sulama yapılırken kuyularda yer alan sistemin aktif olduğu zamanlarda çektikleri güç (kW), su miktarı (m^3/h), statik ve dinamik yeraltı su seviyeleri (m) ve hat çıkış basıncının (bar) okunması ve raporlanması,
- ✓ Sistemde aktif olarak kullanılan vana, çek valf ve kum filtresi gibi ekipmanların sürtünme kayıplarının tespit edilmesi,
- ✓ Dalgıç pompa ve motorların verimlerinin kontrol edilerek revizyon ihtiyacının olup olmadığının saptanarak revize edilmesi gerekirse sürücülü veya sürücüsüz tercihlere göre karşılaştırmaların değerlendirilmesi,
- ✓ İhtiyaç duyulan basınca ve uzaklığa istinaden terfi boru hatlarının çaplarının tespit edilmesi,
- ✓ Tarımsal sulamada otomasyon özelliği tercih edilerek sadece kuyuyu uzaktan aktif-pasif hale getirebilen uygulamalar yerine, sürücü yardımıyla pompayı basınca, debiye veya yeraltı su seviyesine göre farklı şartlarda bile uygun bir şekilde kullanabilecek ve enerji verimliliğini en üst seviyede tutabilen sistemlerin seçilmesi oldukça faydalı olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Ackermann, K., 2003, Minimizing life cycle cost of wastewater pumps, *Engineering in Life Sciences*, 3(5), 233-236.
- Akpınar, K., 1999, *Su Sondaj Kuyularının Açılması ve İşletilmesi Sırasında Çıkan Sorunlar ve Çözümleri*. ISBN 975-94033-0-7. Ankara.
- Anonim, 2001, Nalbantoğlu, Pompalarda Enerji Tasarrufu Raporu, İstanbul.
- Anonim, 2002, KPPC, Energy efficiency for wastewater operations.
- Anonim1, 2018, Meram Elektrik Pazarlama A.Ş., Enerji Tüketim Verileri, Konya.
- Anonim2, 2018, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Yağış Miktarı Verileri, Konya.
- Anonim3, 2018, Türkiye İstatistik Kurumu, Ürünlerin Ekili Alan Yüzde Verileri, Konya
- Anonim, 2019, Konya Bölgesi Sulama Kooperatifleri Birliği, Kooperatifte Yer alan Kuyu ve Üye Sayısı Verileri
- Anonim, 2020, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü , <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> [Ziyaret Tarihi: 11 Mayıs 2020].
- Candan, C. ve Çiftçi, N., 2018, Su Yönetimi Stratejileri ve Türkiye'de Tarımda Su Yönetim Sorunları, IV. Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi, Alanya/Antalya, Kasım-2018, s:562.
- Çakmak, B., 2002, Kızılırmak Havzası Sulama Birliklerinde Sulama Sistem Performansının Değerlendirilmesi, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3(2):130-141.
- Çalışır, S. ve Konak, M., 1998, Konya bölgesinde bazı derin kuyu pompaj tesislerinde başarı derecesinin saptanması, 3. Pompa Kongresi, İstanbul, 69-76.
- Çalışır, S., Marakoğlu, T. ve Yıldız, M. U., 2002, Konya ili Çumra ilçesindeki derin kuyu sulama pompaj tesislerinin yıllık kullanımı, *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (30), 84-87.
- Çalışır, S., Şeflek, A., Y., ve Erkol, A., 2004, Sulama Pompaj Tesislerinde Pompa Seçimine Etki Eden Faktörler.
- Çalışır, S. ve Eryılmaz, T., 2005, Sulamada Kullanılan Dalgıç Pompalarda Dönüş Yönünün Sistem Verimine Etkisi., *Tarım Makineleri Bilimi Dergisi* 1(2), 123-134.
- Çalışır, S., Aydın, C. ve Mengeş, H. O., 2006, Derin Kuyu Pompaj Tesislerinde Titreşim Hızı ve Gürültü Düzeyinin Belirlenmesi., *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 20 (38), 49-54.

- Çalışır, S., 2009, Tarım Makinaları, Editör: Gazanfer Ergüneş, *Nobel Yayınları*, s. 544 Ankara.
- Çalışır, S., 2010, Dalgıç Sulama Pompalarında Çark Çıkış Kesitinin Pompa İşletme Karakteristiklerine Etkisi, *Tarım Makinaları Bilimi Derg.*, 6 (3): 163-170.
- Çamoğlu G., 2004, Farklı Yapımcı ve Yapım Özelliklerine Sahip Damlatıcılarda EĞ Su Dağılımının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Çiftçi, N., Demir Yurteri, Y. ve Çivicioğlu, N., 2012, Konya İli Sulama Kooperatiflerinin Sulamadaki Etkinliği İşletmecilik Sorunları ve Kadınhanı Kolukısa Kasabası Sulama Kooperatifi Örneği, II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 56, Konya.
- Dursun M., Saygın A., 2006, Güneş Enerjisi İle Çalışan Bir Sulama Sistemi İçin Boost Konvertörlü Anahtarlama Relüktans Motor Sürücüsü, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 22(1-2) 57-65. Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümü, Ankara.
- Eker, 1983. Yerli Yapı Bazı Santrifüj Pompalarda İşletme Hızı ve Çark Çapı Değişiminin Pompa Karakteristiklerine Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 112s, Ankara.
- Ertöz, 1998, Yer altı suları pompaj ekonomisi, 3. Pompa Kongresi, s. 86-93.
- Eryılmaz T., Çalışır S., 2006, Sulamada Kullanılan Santrifüj Pompalarda Kaviteasyon Karakteristiklerinin Belirlenmesi. *Tarımsal Mekanizasyon 23. Ulusal Kongresi*, Çanakkale. 205-210.
- Gedikpınar, M., Çavaş, M. 2005, PIC Mikrodenetleyici Kullanarak Telefon Hatları Aracılığı ile Sulama Sistemlerinin Kontrolü, *Politeknik Dergisi*, 8: 249-254
- Kaya, D., Yagmur, E.A., Yigit, K.S., Kilic, F.C., Eren, A.S., Celik, C., 2008, Energy Efficiency in Pumps. *Energy Conversion and Management*, 49, 6, 1662-1673.
- Keskin R., Güner M., 2002, *Sulama Makinaları*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1524 Ders Kitabı: 447. Ankara. 287 s.
- Korkmaz E., Gölcü M., 2009, Kurbanoglu, C., “Dalgıç Pompa Performans Testlerinde Kullanılan Yeni Teknolojiler. *5.Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09)*, Karabük.
- Lamaddelena, N. and Khila, S., 2011, Energy saving with variable speed pumps in on-demand irrigation systems, *Irrigation Science*, Online, <http://www.springerlink.com/content/4357mwjt123ml521/fulltext.pdf>,

- Reca, J., Garcia, M., A. and Martinez, J., 2014, Optimal Pumping Scheduling for Complex Irrigation Water Distribution Systems, Journal of Water Resources Planning and Management Volume: 140 Issue: 5, 630-637.
- Sungur, C., 2003, Bilgisayar Kontrollü Yüksek Hassasiyetli Santrifüj Pompa Deney Ünitesinin Gerçekleştirilmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 151s, Konya.
- Thorne, T., Bonn P., Bristow, D., Emnenbach, F., ve ark., 2006, Sistem verimi, Europump yayınları, Londra, 29-61.
- Yalçın, K., 1998, Hacimsel ve Santrifüj Pompalar, Çağlayan Kitapevi, İstanbul.
- Yavuz, N., Acar, B. ve Demirel, B., 2015, Importance of Water User Associations for Turkey: A Case Study of Konya-Çumra Water User Association, II. International Conference on Agriculture, Biological and Environmental Science (ICABES), 21-27.
- Yıldırım, O., 1993, Bahçe Bitkileri Sulama Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1281, 214 s., Ankara.
- Yıldırım, O., Güngör, Y., Erözel, A.Z. 2012, Sulama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 544, Ankara.
- Yüksel A. N., 2007, Suyun Önemi, 22 Mart Dünya Su Günü Etkinlikleri, Küresel Su Krizinin Boyutları ve Dünya Perspektifi, SUSED, Yayın no: 1, S.3-13, İstanbul
- Zhu, J., Banjar, H., Xia, Z. and Zhang, H. Q., 2016, CFD simulation and experimental study of oil viscosity effect on multi-stage electrical submersible pump (ESP) performance. Journal of Petroleum Science and Engineering, 146: 735-745.

EKLER

Konya Bölgesi Sulama Kooperatifleri Birliği'nden temin edilen kooperatiflere ait kuyu ve üye sayıları (yaklaşık) ek-1'de verilmiştir

EK-1 Konya İline Ait Kooperatiflerin İlçelere Göre Dağılımı

Sıra No	Kooperatif Adı	Kuyu Sayısı	Üye Sayısı
1	Akören Ahmediye	8	35
2	Akören Çatören	9	51
3	Akören Karahüyük	5	43
4	Akören Merkez	13	220
5	Akören Orhaniye	21	174
6	Akören Süleymaniye	17	50
7	Akşehir Adsız Kasabası	8	186
8	Akşehir Alanyurt	2	23
9	Akşehir Altuntaş		85
10	Akşehir Atakent	16	681
11	Akşehir Bozlagan	7	113
12	Akşehir Çakıllar	12	520
13	Akşehir Çamlı	5	228
14	Akşehir Degirmen Köy	5	213
15	Akşehir Doğrugöz	10	232
16	Akşehir Engilli	5	212
17	Akşehir Gedil	7	156
18	Akşehir Gölçayır	6	451
19	Akşehir Gözpınarı	5	187
20	Akşehir Ilıcak	3	218
21	Akşehir Karabulut		26
22	Akşehir Karahüyük	2	154
23	Akşehir Kozağaç	6	58
24	Akşehir Ortaköy		81
25	Akşehir Reis Kasabası	4	107
26	Akşehir Saray	1	130
27	Akşehir Savaş	3	215
28	Akşehir Sorkun	6	108
29	Akşehir Söğütlü	5	98
30	Akşehir Üçhüyük	3	32
31	Akşehir Yaylabelen	4	161
32	Akşehir Yazla Kasabsı	5	99
33	Akşehir Yeniköy	5	140
34	Altınekin Akçaşar	12	59
35	Altınekin Borukkuyu	14	42
36	Altınekin Hacınuman	6	43

37	Altınekin Koçaş	5	22
38	Altınekin Mantar	58	175
39	Altınekin Merkez	37	206
40	Altınekin Topraklık	22	39
41	Altınekin Yenikuyu	38	139
42	Altınekin Koçyaka		34
43	Altınekin Oğuzeli (Kızboğan)	5	49
44	Beyşehir Aşağı eşenler	2	15
45	Beyşehir Çukurağıl	3	41
46	Beyşehir Doganbey	4	30
47	Beyşehir Dogancık	1	19
48	Beyşehir Göçü	2	15
49	Beyşehir Karaali	4	203
50	Beyşehir Sadıkhacı	6	149
51	Beyşehir Sevindik Kasabası	4	48
52	Beyşehir Üçpınar		65
53	Beyşehir Yazıurdu		61
54	Bozkır Merkez		36
55	Çeltik Adakasım		15
56	Çeltik Doganyurt	9	25
57	Çeltik Gökpınar	71	668
58	Çeltik İsakuşağı	14	53
59	Çeltik Kaşören	17	57
60	Çeltik Küçük Hasan	4	53
61	Çeltik Merkez	36	150
62	Çeltik Mevlütlü	6	24
63	Çeltik Torunlar	11	82
64	Cihanbeyli Ağabeyli		15
65	Cihanbeyli Böğrüdilik	22	137
66	Cihanbeyli Günyüzü Kasabası	10	15
67	Cihanbeyli Sığircık Köyü		15
68	Çumra Adakale	8	65
69	Çumra Alibeyhüyüğü	116	963
70	Çumra Apa	17	131
71	Çumra Apasaraycık	3	61
72	Çumra Arıkören	71	332
73	Çumra Avdul	20	113
74	Çumra Beylerce	3	19
75	Çumra Büyükaşlama	49	222
76	Çumra Dineksaray	26	99
77	Çumra Dinlendik	35	117
78	Çumra Erentepe	32	114
79	Çumra Fethiye Köyü	13	40
80	Çumra Gökhüyük	11	113

81	Çumra Güvercinlik	15	156
82	Çumra İçeriçumra	96	1272
83	Çumra İnli	55	165
84	Çumra Kuzucu	31	155
85	Çumra Okçu	65	369
86	Çumra Seçme	7	39
87	Çumra Sürgüç	23	145
88	Çumra Taşağıl	30	120
89	Çumra Türkmen Karahüyük	18	174
90	Çumra Türkmencamili	72	323
91	Çumra Uzunkuyu	43	168
92	Çumra Üçhüyük Köyü		27
93	Çumra Ürünü	8	80
94	Çumra Yenisu	8	98
95	Çumra Yörükcamili	7	70
96	Derbent Merkez		53
97	Derbent Çiftlik Özü Kasabası		115
98	Derebucak Gencek Kasabası		86
99	Doğanhisar Başköy	3	458
100	Doğanhisar Karaağa		
101	Doğanhisar Koçaş Kas.		113
102	Doğanhisar Konakkale Kas.	1	118
103	Doğanhisar Merkez	3	15
104	Doğanhisar Uncular	6	108
105	Doğanhisar Yazır Köyü		17
106	Doğanhisar Yenice Kas.		87
107	Doğanhisar Ayaslar Kasabası		
108	Doğanhisar İlyaslar Köyü		
109	Doğanhisar Çınaroba		
110	Emirgazi Başın Yaylası		30
111	Emirgazi Besci	7	16
112	Emirgazi By. Kç.Çandır Yay	11	87
113	Emirgazi Demirci Kasabsı	4	15
114	Emirgazi Ekizli	9	57
115	Emirgazi Gölören	7	43
116	Emirgazi Güvezli Yaylası	3	27
117	Emirgazi Işıklar	8	47
118	Emirgazi Merkez	28	168
119	Emirgazi Sulukuyu- Ginik Yay.	43	161
120	Emirgazi Türbe Mahallesi	10	40
121	Emirgazi Yamaç	3	24
122	Emirgazi Yaşa Yay		42
123	Ereğli Aşıklar	4	15
124	Ereğli Aziziye Kasabası		52

125	Ereğli Belkaya	23	131
126	Ereğli Beyören	10	44
127	Ereğli Boğazağıl Yaylası	7	51
128	Ereğli Çakmak Köyü	4	32
129	Ereğli Çayhan Kas.		135
130	Ereğli Eskizengen	12	81
131	Ereğli Gökçeyazı Köyü		239
132	Ereğli H.Ahmet & Meccan Y	9	73
133	Ereğli Kutören	38	181
134	Ereğli Kuzukuyu	10	89
135	Ereğli Sazgeçit	15	167
136	Ereğli Sulukuyu Balcalı		22
137	Ereğli Taşağıl	5	69
138	Ereğli Taşbudak	7	58
139	Ereğli Tathıkuyu	3	59
140	Ereğli Tümen ve Sarallı	10	65
141	Ereğli Ulumeşe	2	21
142	Ereğli Velifakılı Yaylası	17	123
143	Ereğli Yellice	1	55
144	Ereğli Yenizengen	24	148
145	Güneysınır Ağaçoba Köyü	3	40
146	Güneysınır Alanözü	2	46
147	Güneysınır Aydoğmuş		49
148	Güneysınır Habiller		20
149	Güneysınır Kızılöz		78
150	Güneysınır Merkez	33	148
151	Güneysınır Sarıhacı Köyü	1	73
152	Hadim Aşağı Eşenler		66
153	Hadim Dülgerler		15
154	Hadim Bademli Aladağ		297
155	Hüyük Burunsuz Kasabası		15
156	Hüyük Çamlıca		
157	Hüyük İlmen Kasabası		80
158	Halkapınar Aydıncıkent		152
159	Halkapınar Büyükdoğan	1	153
160	Halkapınar Küsere		21
161	Halkapınar Merkez	2	454
162	Halkapınar Yayıklı Köyü	2	113
163	Ilgın Argıthanı	17	307
164	Ilgın Avdan Köyü		45
165	Ilgın Beykonak		
166	Ilgın Bogazkent	3	72
167	Ilgın Balkı Mahallesi		
168	Ilgın Mahmuthisar		

169	İlgın Çavuşçugöl	18	43
170	İlgın Çiğil		25
171	İlgın Harmanyazı	6	87
172	İlgın Kapaklı	5	42
173	İlgın Olukpınar Köyü	4	19
174	İlgın Orhaniye	2	58
175	İlgın Bulcuk Köyü		
176	İlgın Yukarıçiğil		
177	İlgın Mecidiye Köy		
178	İlgın Gökçeyurt Kasabası		
179	Kadınhanı Alabağ	4	68
180	Kadınhanı Avşar	5	15
181	Kadınhanı Başkuyu Kasabası	20	155
182	Kadınhanı Hacımehmetli	11	152
183	Kadınhanı Hacıpirli Köyü		15
184	Kadınhanı Kabacalı	4	43
185	Kadınhanı Kamışlıöz	4	57
186	Kadınhanı Karahisarlı	5	42
187	Kadınhanı Kolukısa	12	103
188	Kadınhanı Konurören	3	48
189	Kadınhanı Kurthasanlı		29
190	Kadınhanı Merkez		15
191	Kadınhanı Osmancık		
192	Kadınhanı Meydanlı	4	66
193	Kadınhanı Pusat		47
194	Kadınhanı Saçıkara	6	15
195	Kadınhanı Şahören		49
196	Kadınhanı Beykavağı Köyü		
197	Karapınar Akçayazı	17	32
198	Karapınar Akkaş Yaylası		19
199	Karapınar Akören	37	277
200	Karapınar Büyükbece Yaylası	12	36
201	Karapınar Demiryalı	13	47
202	Karapınar Emirhaç	20	101
203	Karapınar Hanyıkığı Yaylası	6	48
204	Karapınar Hasanoba	23	139
205	Karapınar İslık	32	223
206	Karapınar Karakışla	6	25
207	Karapınar Kayacık	26	163
208	Karapınar Kayalı Kepez Yaylası	4	25
209	Karapınar Kazanhüyükü	14	87
210	Karapınar Kesmez	18	92
211	Karapınar Küçük Aşlama	25	82
212	Karapınar Merkez	75	434

213	Karapınar Ortaoba	22	88
214	Karapınar Oymalı	26	188
215	Karapınar Salur		50
216	Karapınar Samuk Yaylası	12	68
217	Karapınar Sazlıpınar	21	120
218	Karapınar Selpik Yaylası	10	74
219	Karapınar Sırçalı	8	74
220	Karapınar Taşpınar	18	178
221	Karapınar Yassıca Tilkili	14	119
222	Karapınar Yavşançukuru	4	61
223	Karapınar Yelekli Yaylası		34
224	Karapınar Yenikuyu	26	89
225	Karapınar Yeşilyurt	7	59
226	Karapınar Güzelkışla	7	76
227	Karatay Akörenkışla	14	80
228	Karatay Başgötüren	52	71
229	Karatay Beşagıl	7	30
230	Karatay Burunkuyu	7	89
231	Karatay Büyükburnak	19	107
232	Karatay Çengilti	14	40
233	Karatay Divanlar Köyü	11	59
234	Karatay Esentepe	6	15
235	Karatay İpekler	5	55
236	Karatay İsmil Kasabası	9	15
237	Karatay Kamerlikolca	15	82
238	Karatay Karadona		69
239	Karatay Katırağılı- Eğrikuyu	8	30
240	Karatay Katrancı	30	76
241	Karatay Kızboğan yaylası	8	15
242	Karatay Kızören	24	110
243	Karatay Obruk	6	21
244	Karatay Sürüç	28	68
245	Karatay Şatır	6	15
246	Karatay Şirinler Yaylası	9	15
247	Karatay Topraklı Yaylası	7	15
248	Karatay Yarma Kasabası	16	34
249	Karatay Yenikent	16	85
250	Kulu Kozanlı	5	22
251	Kulu Zincirlikuyu		38
252	Kulu Sarıyayla		
253	Meram Alakova	26	123
254	Meram Beybes	1	18
255	Meram Botsa		
256	Meram Çarıklar		

257	Meram Dikmeli	12	231
258	Meram Harmancık	11	215
259	Meram Hasanşeyh Köyü	6	15
260	Meram Hatıp	17	323
261	Meram Hatunsaray	11	44
262	Meram İnlice Kasabası		203
263	Meram Karahüyük	20	300
264	Meram Kavak	12	175
265	Meram Kayadibi	5	45
266	Meram Kozağaç	8	59
267	Meram Lalebahçe	8	450
268	Meram Yatağan	2	35
269	Meram Yenibahçe	13	359
270	Meram Yeşildere		15
271	Meram Yeşiltekke	6	88
272	Meram Sefaköy		
273	Meram Karadığinderesi		72
274	Meram Erenkaya Köyü		122
275	Meram Kızılören Mahallesi		
276	Meram Gökyurt Köyü		
277	Meram Karadığın Mahallesi		
278	Sarayönü Başhüyük	12	102
279	Sarayönü Çeşmelisebil		15
280	Sarayönü Gözlü	27	175
281	Sarayönü Kadioğlu Kasabası		15
282	Sarayönü Karatepe	9	92
283	Sarayönü Kuyulusebil	7	61
284	Sarayönü Ladik	4	15
285	Sarayönü Merkez		91
286	Sarayönü Özkent	8	53
287	Selçuklu Başarakavak Kas.	2	15
288	Selçuklu Çaldere	6	36
289	Selçuklu Çaltı	5	56
290	Selçuklu Kızılcakuyu	8	27
291	Selçuklu Meydan		19
292	Selçuklu Sarıcalar	14	36
293	Selçuklu Sille Ak mah.		157
294	Selçuklu Yukarı Pınabaşı	7	55
295	Selçuklu Yükselen Kasabası	3	198
296	Seydişehir Akçalar Kasabası	5	123
297	Seydişehir Bostandere Kasabası	4	115
298	Seydişehir Çavuş	9	116
299	Seydişehir Gevrekli	4	197
300	Seydişehir Gökçeşhüyük		105

301	Seydişehir Ketenli Kasabası	3	15
302	Seydişehir Tarascı		84
303	Seydişehir Taşağıl	2	89
304	Seydişehir Tol	14	86
305	Seydişehir Yaylacık Köyü	2	15
306	Tuzlukçu Erdoğdu	8	63
307	Tuzlukçu Köklüce	5	37
308	Tuzlukçu Merkez		130
309	Taşkent Balcılar		18
310	Yunak Egrikuyu	5	31
311	Yunak Harunlar		15
312	Yunak Karayayla	11	48
313	Yunak Kıllar	18	204
314	Yunak Koçyazı	4	300
315	Yunak Kuzören Kasabası	3	74
316	Yunak Merkez	13	126
317	Yunak Saray	11	53
318	Yunak Sevinç		22
319	Yunak Sülüklü Köyü		15
320	Yunak Turgut	9	119
321	Yunak Yavaşlı	4	145
322	Yunak Yığar	9	105
	TOPLAM	3.275	32.234

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Nurullah DOĞMUŞ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Konya 17.12.1986
Telefon : 0332 2802906
E-mail : dogmus1907@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Meram Anadolu Lisesi	2005
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi	2012
Yüksek Lisans :		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013- Halen	KOP BKİ Başkanlığı	Mühendis

YABANCI DİLLER

İngilizce: YÖKDİL 65, YDS 61.25