

## Atık Su Arıtma Tesislerindeki Ekipmanlarda Bulunan Asenkron Motorlar ve Asenkron Motorlara Yol Verme Yöntemlerinin İncelenmesi: Gaziantep Örneği

Mustafa Mikail ÖZÇİLOĞLU<sup>1\*</sup>, Bayram DURMUŞ<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 79000, Kilis

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-6775-9092>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-3482-3545>

\*Sorumlu yazar: mozciloglu@kilis.edu.tr

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 16 Kasım 2020

Kabul tarihi: 8 Ocak 2021

Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

#### Anahtar Kelimeler:

Atık Su Arıtma

Elektrik Motorları

Asenkron Motor

Asenkron Motorlara Yol Verme

### ÖZET

Atıklar insan sağlığını ciddi düzeyde tehdit etmektedir. Bu nedenle ilk zamanlardan bu günlere kadar insanlar hep atıklardan uzaklaşmak istemektedir. Günümüzde şehir merkezlerinde bulunan kanalizasyon şebekeleri ve atık su arıtma tesisleri ile bu işlem kolaylıkla yapılmaktadır. Atık su arıtma tesisleri içerisinde su giriş kapaklarından ızgaralara, geri devir pompalarından havalandırma havuzlarına oksijen basan blower cihazlarına kadar birçok ekipman içerisinde asenkron motor bulunmaktadır. Asenkron motorlar ilk kalkış anında normal akımının 5-7 katını çekmektedir ve bundan dolayı motor sargılarına zarar vermektedir. Bu durumun önüne geçebilmek adına bir takım yol verme yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Bu çalışmada atıksu arıtma tesisinde bulunan asenkron motorlar ve bu motorlara yol verme yöntemleri incelenmiş ve 39 adet ekipmanın doğrudan, 18 adet ekipmanın yıldız üçgen, 36 adet ekipmanın yumuşak yol verici ile ve 29 adet ekipmanın elektronik sürücü ile yol verildiği tespit edilmiştir. Kurulu güç olarak ise 6 MW üzerinde bir güç olduğu görülmüş ve bu gücün 42,4 kW doğrudan, 203,8 kW yıldız-üçgen, 252 kW yumuşak yol verici ile ve 5,592 kW elektronik sürücü ile yol verildiği görülmüştür. Yol verme yöntemine karar verilmesindeki en büyük etken ekipmandan istenen performanstır.

## Examination of Asynchronous Motors and Starting Methods of Asynchronous Motors found in Waste Water Treatment Plants: A Gaziantep Example

### Research Article

#### Article History:

Received: 16 November 2020

Accepted: 8 January 2021

Published online: 2 March 2021

#### Keywords:

Purification of Wastewater

Electric Motors

Asynchronous Motor

Starting Asynchronous Motors

### ABSTRACT

Waste seriously threatens human health. For this reason, from the earliest times to today, human kind has always tried to get away from it. Today, thanks to sewage networks and wastewater treatment plants located in the city center, this is easily done. Asynchronous motors are used in many parts of waste water plants, starting from the water inlet covers to the grids and the return pumps to the blower devices that deliver oxygen to the aeration pools. Asynchronous motors draw 5-7 times the normal current at the first start-up and this damages the motor windings. To prevent this, it is necessary to use a number of starting methods. This study examined asynchronous motors in wastewater treatment plants and starting methods of these motors and it was found that 39 pieces of equipment were started directly, 18 pieces of equipment were star-delta, 36 pieces of equipment were soft starters and 29 pieces of equipment were driven by electronic drives. As for the installed power, it was seen that there was a power above 6 MW and this power was started with 42,4 kW direct, 203,8 kW star-delta, 252 kW soft starter and 5,592 kW electronic drive.

**To Cite:** Özçiloğlu MM., Durmuş B. Atık Su Arıtma Tesislerindeki Ekipmanlarda Bulunan Asenkron Motorlar ve Asenkron Motorlara Yol Verme Yöntemlerinin İncelenmesi: Gaziantep Örneği. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(1): 80-85.

## 1. Giriş

Atık su arıtma tesisleri, insan kullanımı sonucu meydana gelen atık suyun belirli aşamalarından geçirilerek arıtımının yapıldığı merkezlerdir. Bu tesisler genel olarak üç gruba ayrılır, bunlar; doğal arıtma tesisleri, biyolojik arıtma tesisleri ve endüstriyel arıtma tesisleridir. Doğal arıtma tesisleri, merkezi yerleşim yerlerine uzakta bulunan kırsal kesimlerde enerji maliyetsiz olarak yapılan arıtma türüdür. Biyolojik arıtma tesisleri, şehir ve ilçe merkezleri gibi insan atıklarının bulunduğunu yerlerde inşa edilir ve burada bulunan atıkların arıtılmasını sağlar. Endüstriyel arıtma tesisleri ise sanayi merkezi, fabrika gibi yapıların bulunduğu bölgelere inşa edilir ve burada bulunan endüstriyel atık karışımı atık suyun arıtımını sağlar.

Arıtılan atık su, genel olarak tarımsal alanlarda yapılan sulama işlemlerinde kullanılır. Arıtma işleminde öncelikli iki amaç bulunmaktadır. Bunlardan birisi, suyun geri dönüşümünü sağlayıp, tüketimi azaltmak iken diğeri ortaya çıkan bu atıkların insan ve canlı sağlığına verebileceği tehditlerin önüne geçmektir. Özellikle son yıllarda Avrupa'da yaşanan kuraklıklar nedeniyle sürdürülebilir su kaynaklarına verilen önem giderek artmaktadır [1].

Tesise gelen atık suya, giriş noktası ile çıkış noktası arasında birçok farklı proses ile müdahale edilmektedir. Bunların başında giriş kapaklarının açılması, kaba ve ince ızgaralar ile ilk ayırıştırmanın yapılması, havalandırma havuzları içerisinde bulunan atık suya oksijen verilmesi, ön ve son çökeltim havuzlarında suyun köprü yardımı ile karıştırılması gibi müdahaleler gelmektedir. Bu müdahaleleri yapabilmek için asenkron motora sahip ekipmanlara ihtiyaç vardır. Bu ekipmanlar ise genel olarak motorlu vana, kaba ve ince ızgara motoru, havalandırma blower motoru, köprü motoru gibi sıralanabilir.

Asenkron motorlar ilk kalkış anında çekilen akım, nominal akımının 5-7 katı olabilmektedir [2]. Bu durum motor sargılarının aşırı ısınması, gerilim dengesizliklerine ve motor kullanım ömrünün kısılması gibi birçok olumsuz olaya neden olmaktadır. İlk kalkış anında çekilen aşırı akımın önüne geçebilmek için birkaç farklı yöntem ile asenkron motorlara yol verme işlemi yapılmaktadır. Bu çalışmada atık su arıtma tesislerinde kullanılan asenkron motorlara ve bu asenkron motorlara yol verme yöntemleri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada Gaziantep merkez ileri biyolojik atık su arıtma tesisinde kullanılan asenkron motorlar ve bu asenkron motorlara yol verme yöntemleri incelenmiştir. Gaziantep merkez ileri biyolojik atık su arıtma tesisi, günlük 200,000 m<sup>3</sup> atık su arıtma kapasitesine sahiptir ve tesisin anlık debi girişi 7,000-8,500 m<sup>3</sup>/h arasındadır. Tesise ait görsel Şekil 1'de görülmektedir.

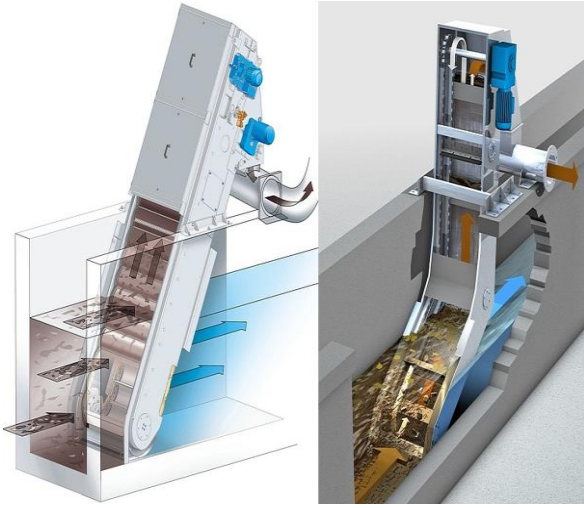


Şekil 1. Gaziantep merkez ileri biyolojik atık su arıtma tesisi

### 2.1. Atık Su Arıtma Tesisleri

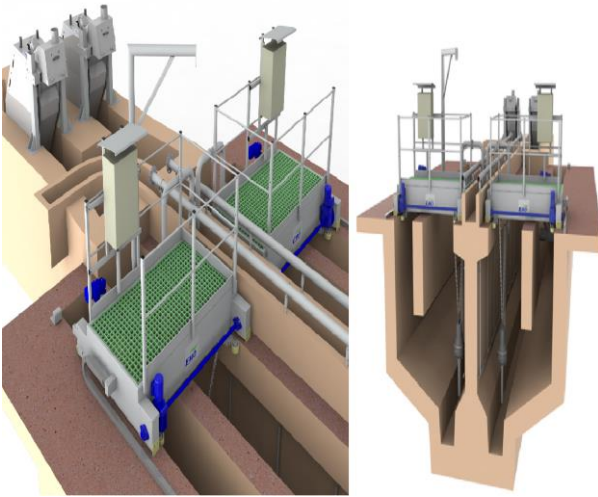
Kentsel kullanım sonucu oluşan kirletilmiş sular, şehir merkezlerinde bulunan terfi merkezleri aracılığıyla atık su arıtma tesislerine gönderilir. Burada kentsel atık su arıtma tesisleri içinde fiziksel ve biyolojik arıtma işlemlerinden geçen su, tarımsal sulama vb. faaliyetlerde kullanılmak üzere en yakın nehir, dere, akarsu gibi su kaynaklarına verilir.

Biyolojik atık su arıtma tesisine giriş yapan atık su ilk olarak kaba ve ince ızgaraya gelir. Burada ızgaralar arasındaki çubuk mesafeleri tesis tipine göre değişmekle beraber 2-10 cm arasında değişmektedir [3]. Büyük boyutlu parçalar kaba ızgara, daha küçük boyutlu parçalar ise ince ızgara yardımıyla atık sudan arındırılır. Kaba ve ince ızgaralar ile işlevlerini gösteren görsel Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2: Kaba ve ince ızgara çalışma prensibi

Izgaralardan geçen atık su, kum yağ tutucu ünitesine gelir. Burada kaba ve ince ızgaralardan tutulamayan kum, kırma taş, mıcır gibi küçük tanecikli katı maddeler atık su içerisinde ayrıştırılır. Böylece bu maddelerin pompa ve motor gibi ekipmanların içerisine girerek onlara zarar vermesi önlenmiş olur. Bu ünite üzerinde bulunan sıyrıcı köprü sayesinde, havuz üzerinde biriken yağ yapısı bir mekanik kol yardımıyla yağ haznesine taşınır. Kum yağ tutucu ünitesi ile gezer köprü yapısı Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3: Kum Yağ Tutucu Ünitesi

Katı atıklardan arındırılmış atık su ön çökeltme havuzlarına gelir. Burada havuzun taban kısmının ters konik şekilde olması nedeniyle dibe çöken çamur tek noktada toplanarak, çamur susuzlaştırma yapısına gönderilir. Üst kısımda bulunan atık su ise biyolojik arıtım prosesleri için bio-fosfor ve havalandırma havuzlarına gönderilir. Biyolojik arıtım proseslerini tamamlayan atık su daha sonra son çökeltim havuzlarına gelir. Burada yine ön çökeltim havuzlarında olduğu gibi ters konik yapıda olan son çökeltim havuzu yapısı

gereği çamur dibe çöker ve burada tek noktada toplanır daha sonra ise buradan çamur susuzlaştırma yapısına gönderilir. Üst kısımda bulunan ve son çökeltim havuzunda savaklanan su ise artık arıtım işlemini tamamlamıştır. Tesisin su çıkış yapısı olan, çıkış parshall savağına yönlendirilen su buradan tesis dışında bulunan dere, nehir, akarsu gibi su yapılarına bırakılır. Çamur susuzlaştırma yapısında ise arıtım prosesinin son işlemini yapmaktadır. Buraya gelen çamur susuz bir yapıya getirildikten sonra bertaraf edilir. Genel çökeltim havuzları, bio-fosfor havuzu ve havalandırma havuzlarına ait görseller Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. a) Çökeltim Havuzu, b) Bio-Fosfor Havuzu, c) Havalandırma Havuzu

## 2.2. Asenkron Motorlara Yol Verme Yöntemleri

Asenkron motorlara yol verme yöntemleri genel olarak 5 ayrı başlık altında incelenir. Bunlar: Doğrudan yol verme, yıldız-üçgen yol verme, yumuşak yol verme, elektronik sürücü ile yol verme ve ototransformatör ile yol verme yöntemleridir.

Doğrudan yol verme yönteminde motor için ekstra hiçbir teçhizat kullanılmaz ve motora doğrudan enerji verilir. Asenkron motorlar ilk kalkış anında yüksek akım çeker fakat gücü düşük olan motorlar bu durumdan fazla etkilenmez. Fakat büyük güçlü motorlar için ilk kalkış akımı çok yüksek olur ve bu sargıların çok aşırı ısınmasına ve gerilimde dengesizliklere yol açar. Gerilim dengesizlikleri ise ekipman ömrünü kısaltmaktadır [4]. Bu nedenle, bu yöntemin büyük güçlü motorlar için kullanılması uygun değildir. Daha çok küçük güçlü motorlarda kullanılır. Tablo 1'de doğrudan yol verme yöntemiyle yol verilen ekipmanların listesi verilmiştir.

**Tablo 1.** Tesiste Doğrudan Yol Verme Yöntemi

Kullanılan Ekipman Listesi			
Ekipman Adı	Ekipman Gücü (kW)	Ekipman Sayısı (Ad.)	Yol Verme Yöntemi
Kaba Izgara	0,75	3	DYV
İnce Izgara	0,75	5	DYV
Kaba/İnce Izgara Bant Konveyör	1,5	2	DYV
Yağ Pompası	2,0	2	DYV
Kum Ayırıcı	0,55	2	DYV
Tambur Izgara	0,55	2	DYV
Ön Çökeltme Köprü Motoru	1,1	4	DYV
Çöp Presi	3,0	1	DYV
Izgaralar Giriş Motorlu Kapak	1,1	8	DYV
Izgaralar Çıkış Motorlu Kapak	1,1	8	DYV
Ön Çöktürme Spiral Konveyör	1,1	2	DYV

Yıldız üçgen yol verme yönteminde motor ilk olarak yıldız bağlantıda kaldırılır ve belirli bir süre sonra üçgen bağlantıya otomatik veya manuel olarak geçirilir. Yıldız bağlantıda, üçgen bağlantıya oranla  $\sqrt{3}$  kat daha az gerilim verilir ve motorun daha az akım çekerek yol alması sağlanır [5]. Tesis içerisinde yıldız üçgen yol verme yöntemiyle kaldırılan motorlarda kontaktör ve zaman rölesi kullanılarak ekipmanların otomatik olarak devreye girmesi sağlanmıştır. Yıldız üçgen yol verme yöntemi kullanılan ekipmanların listesi Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Yıldız Üçgen Yol Verme Yöntemi Kullanılan

Ekipman Listesi			
Ekipman Adı	Ekipman Gücü (kW)	Ekipman Sayısı (Ad.)	Yol Verme Yöntemi
Bio-Fosfor Dalgıç Mikser	5,3	6	YÜYV
Tahliye Terfi Pompası	13,5	2	YÜYV
İşsel Geri Devir Pompası	14,5	10	YÜYV

Yumuşak yol verme yöntemi, mikro işlemci tabanında yapılan bir uygulamadır. Burada fazlara tristör bağlanır ve motora frekans aynı tutularak kademeli olarak akım verilir. Bu işlem yumuşak yol verici üzerinde bulunan kalkış rampa ve duruş

rampa ayarları ile yapılabilmektedir. Burada akımın kademeli olarak yükseltilmesi nedeniyle motora verilebilecek mekanik ve elektriksel zararların önüne geçilmiş olur. Tesiste yumuşak yol verici ile yol verilen ekipmanlar listesi Tablo 3’te verilmiştir.

**Tablo 3.** Yumuşak Yol Verici Kullanılan Ekipman

Listesi			
Ekipman Adı	Ekipman Gücü (kW)	Ekipman Sayısı (Ad.)	Yol Verme Yöntemi
Havalandırma Dalgıç Mikser	6,8	32	YYV
Süzüntü Suyu Pompası	9,0	2	YYV
Çamur Tankı Mikser	8,2	2	YYV

Elektronik sürücü yani frekans konvertörü ile yol verme yöntemi, çalıştırılan ekipmanın hız ayarının yapılmasına olanak tanır. Asenkron bir motorda hız ayarı motor kutup sayısı değişikliği veya frekans değişikliği ile yapılabilir. Çalışan bir asenkron motorda kutup sayısı değişikliği mümkün olmadığından sadece frekans değişikliği ile hız kontrolü yapılabilir. Frekans değişikliği için ise bir frekans konvertörüne yani elektronik sürücüye ihtiyaç vardır. Ayrıca elektronik sürücü kullanılarak asenkron motor üzerinde oluşabilecek gerilim dengesizliklerinin de önüne geçilmiş olur [6]. Tesiste frekans konvertörü ile yol verilen ekipman listesi Tablo 4’te verilmiştir.

**Tablo 4.** Frekans Konvertörü Kullanılan Ekipman

Listesi			
Ekipman Adı	Ekipman Gücü (kW)	Ekipman Sayısı (Ad.)	Yol Verme Yöntemi
Havalandırma Blower	450	10	FC
Kum Yağ Tutucu Blower	18,5	5	FC
Geri Devir Pompası	125	5	FC
Dekantör	55	6	FC
Çamur Pompaları	15	3	FC

Ototransformatör ile yol vermenin kullanım amacı yıldız üçgen yol verme yöntemindeki üçgen yol verme şebeke geriliminin motor üçgen çalışma gerilimine eşit olmamasıdır. Böyle durumlarda ototransformatörü kullanılır ve bu trafonun primerine şebeke gerilimi, sekonderine motor



bağlanır ve motorun yüksek akım çekmesi önlenmiş olur.

İnceleme ve araştırma yapılmış olan tesiste ototransformatörü ile yol verme yöntemi kullanılan ekipman bulunmamaktadır.

### 3. Bulgular

Arıtma tesisi içerisinde 122 adet ekipman kullanılmış ve bu ekipmanların düşük güçlü olanları çoğunlukla tesise ilk su alınan kısım olan giriş yapısı, kaba ızgara, ince ızgara, çökeltim havuzu motorlarındadır. Tesisteki en küçük güçlü ekipmanlar kum ayırıcı, tambur ızgara ve kaba ince ızgaralardır. Havalandırma havuzlarına oksijen gönderen blower cihazları ise 450 kW gücünde ve tesisin en büyük güçlü ekipmanlarıdır. 2 adet havalandırma havuzu için toplamda 10 adet blower bulunmaktadır ve tesisin enerji sarfiyatının %90'ı bu cihazlar tarafından kullanılmaktadır.

### 4. Sonuç ve Öneriler

Tesiste toplamda 122 adet ekipman kullanıldığı ve düşük güçlü ekipmanların genellikle tesis giriş bölümünde bulunduğu görülmektedir. Ayrıca veriler daha detaylı incelendiğinde ise 39 adet ekipmana doğrudan yol verildiği, 18 adet ekipmana yıldız üçgen bağlantı ile yol verildiği, 36 adet ekipmana yumuşak yol verici ile yol verildiği ve 29 adet ekipmana elektronik sürücü kullanılarak yol verildiği gözlemlenmiştir.

Tesisin kurulu gücü 6 MW üzerinde olup ve bu güçlerin 42,4 kW kısmına doğrudan, 203,8 kW kısmına yıldız üçgen, 252 kW kısmına yumuşak yol verici ile 5,592 kW kısmına ise elektronik sürücü ile yol verildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca 5,592 kW gücündeki elektronik sürücü ile yol verilen ekipmanların 4,500 kW gücünü tesis enerji sarfiyatının %90'ı olan havalandırma havuzlarına oksijen gönderen blower cihazlarının kullandığı elde edilen verilerde görülmektedir.

Tesiste bulunan ekipman geneline bakıldığında 5 kW altındaki ekipmanlara herhangi bir yol verme yönteminin kullanılmadığı ve ekipmanlara doğrudan yol verdiği görülmüştür. 5 kW üstünde güce sahip olan motor, pompa vb. ekipmanlara ise ilk kalkış akımından etkilenmemeleri için yıldız üçgen, yumuşak yol verici veya elektronik sürücü ile yol verme yöntemlerinden birisinin kullanıldığı gözlemlenmiştir.

Burada yol verme yöntemine karar verilmesindeki en büyük etkenlerden birisinin ise kullanılan

ekipmanda istenen performanstır. Havalandırma havuzlarına oksijen gönderen blower cihazlarının, havuzda bulunan oksijen analizörlerine göre hızını yavaşlatıp, arttırması gerekir. Dekantör ünitesine çamur gönderen çamur pompalarının dekantör çalışma hızına göre hızını yavaşlatıp, arttırması gerekir. Geri devir yapılacak çamurun bio-fosfor havuzunda bulunan orp analizörlerine göre gönderilecek çamur miktarının azaltılıp veya arttırılması gerekir. Böyle durumlarda motoru kontrol altında tutmak ve hız ayarı yapabilmek için elektronik sürücüye ihtiyaç vardır. Dolayısıyla diğer yol verme yöntemlerinin kullanılması uygun olmayıp, elektronik sürücü ile yol verme yöntemi uygun olacaktır.

Tesis içerisinde bulunan ve sürekli aynı hızda çalışma ihtiyacı duyulan 5 kW altında güce sahip ince ızgara, kaba ızgara, ön çökeltme havuzu köprü motoru vb. ekipmanların herhangi bir yol verme yöntemine ihtiyaç duyulmadan doğrudan yol verme yöntemiyle yol verilmesi maliyet ve kullanım açısından daha uygun olmaktadır.

5 kW üzerinde olan ekipmanlarda ise motor güvenliği açısından bir yol verme yöntemi kullanılması gerekmektedir. Bundan dolayı hız ayarına ihtiyaç duyulmayan ekipmanlar için yıldız-üçgen yol verme yöntemi ve yumuşak yol verici ile yol verme yöntemi kullanılabilir. Yıldız-üçgen yol verme yönteminin maliyeti uygun fakat arıza verme oranı yüksek iken yumuşak yol verici ile yol verme yönteminin maliyeti yüksek ve arıza verme oranı düşüktür. Sistem gereksinimine göre farklı yöntemler kullanılabilir.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### Kaynakça

- [1] Hochstrat R., Wintgens T., Melin T., Jeffrey P. Wastewater reclamation and reuse in Europe: A model-based potential estimation, Water Science and Technology, 2005; 5(1): 67-75.
- [2] İpek Mİ. Bir atıksu arıtma tesisinde kullanılan yüksek gerilimli elektrik motorlarına yol verme yöntemlerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2002.

- [3] Gülsoy İ. Kentsel atıksu arıtma tesisinin online izlenmesi ile enerji etüt ve optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye, 2017.
- [4] Heidari M., Kianinezhad R., Seifossadat G., Monadi M. Effects of distribution network unbalance voltage types with identical unbalance factor on the induction motors simulation and experimental, International Review of Electrical Engineering, 2011; 6(1): 223-228.
- [5] Tümbek M. Tez faz asenkron motor yerine kullanılacak üç faz motorların gövdesine yerleştirilen hız kontrol cihazının tasarımı ve uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye, 2012.
- [6] Aydınğöz Hİ., Gümüş B. Gerilim bozulmalarının tarımsal sulamada kullanılan farklı besleme türlerine sahip asenkron motorlar üzerindeki etkilerinin araştırılması, Dicle Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 2014; 5(2): 129-140.