

# Gerilim bozulmalarının tarımsal sulamada kullanılan farklı besleme türlerine sahip asenkron motorlar üzerindeki etkilerinin araştırılması

**Bilal GÜMÜŞ, Halil İbrahim AYDINÖZ\***

*Dicle Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 21280, Diyarbakır*

Makale Gönderme Tarihi: 04.09.2014

Makale Kabul Tarihi: 15.11.2014

## Öz

*Türkiye'nin tarımsal arazilerin çok yüksek bir oranının mevcut olduğu GAP uygulama bölgesinin sulama ağı çok yetersizdir. Bu nedenle sulama işlemi, çiftçilerin kendi olanaklarıyla kurdukları, derin kuyulardan yer altı suyunun yüksek güçlü asenkron motorlar ile yeryüzüne çıkarıldığı tesislerle yapılmaktadır. Bu çalışmada sulama dönemlerinde şebekede meydana gelen gerilim dalgalanmalarının asenkron motorların performansı üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Bu etkilerin analizi için Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Kızıltepe Ovasında tarımsal sulamanın yapıldığı bir tesis pilot olarak seçilmiştir. Ele alınan tesisi besleyen dağıtım hattındaki gerilim değişimleri kaydedilmiştir. Bu tesiste kullanılan pompa-asekron motor grubu MATLAB/Simulink'te modellenmiş ve benzetim çalışması yapılmıştır. Benzetim çalışmalarında, dağıtım sisteminden kaydedilmiş gerilim bozulmalarının asenkron motorun performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Motor-pompa grubu bozuk şebeke gerilimine doğrudan ve gerilim kaynaklı altı adımlı AC sürücü üzerinden bağlanarak motor çıkış parametreleri incelenmiştir. Sonuçlara bağlı olarak şebeke geriliminde dalgalanmayı azaltma yönünde asenkron motor sistemlerinde alınabilecek önlemler tartışılmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** *Asenkron motor, Gerilim dengesizliği, Değişken hızlı ac sürücü, Tarımsal sulama*

\*Yazışmaların yapılacağı yazar: Halil İbrahim AYDINÖZ, halil.ibrahim.aydinoz@gmail.com

## Giriş

Türkiye genelindeki ekonomik sulanabilir alanın yaklaşık %20'sini barındıran Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) uygulama alanında, sulama projelerinin büyük bir bölümü tamamlanmamıştır. GAP'ın sulama projelerinin yaklaşık %15'i işletilmektedir (Erkul, 2011). Bölgede projeye bağlı sulama yapılarının yetersiz olması çiftçileri, tarımsal sulamayı kendi imkanları ile yapmak zorunda bırakmaktadır. Yörede genelde derin kuyulardan yer altı suyunun yüzeye çıkarılması ile sulama yapılmaktadır. Bu amaçla ortalama güçleri 100 kW olan asenkron motorlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Kızıltepe, Harran ve Bismil ovalarında yer altı suyunun çıkarılabilmesi amacıyla 12.000'den fazla sondaj kuyusu işletilmektedir (İleceto, 2010). Bu durum büyük bir kurulu ve elektriksel yük oluşturmaktadır. Özellikle Mayıs Eylül ayları arasındaki sulama döneminde asenkron motorlardan oluşan bu yük şebeke üzerinde ciddi etkilere yol açmaktadır. Elektrik dağıtım altyapısının yetersizliği pompa-motor tesislerinin mühendislik hizmetlerine uygun tesis edilmemiş olmaları ve iletim sistemindeki kapasite eksiklikleri nedeniyle; elektrik şebekesinde önemli kalite problemleri oluşmaktadır. Oluşan kalite problemleri çok yüksek gerilim hatlarına da yansımakta ve enterkonnekte şebeke de bu durumdan etkilenmektedir. En çok görülen elektrik enerjisi kalite problemleri kesintiler ve gerilim bozulmalarıdır. Şebekedeki enerji kalitesi problemleri şebekedeki asenkron motorları yakından etkilemektedir. Bu etki bir yandan asenkron motorların performansına yansırken, diğer yandan da asenkron motorun yük karakteristiğinden dolayı şebekeyi de olumsuz etkilemektedir. Böylelikle bir kısır döngü oluşmaktadır (Aydınöz, 2013; Gümüş, 2013).

Gerilim değişimlerinin asenkron motorlar üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu etkiler güç kaybı, verim azalması, aşırı ısınma, aşırı reaktif güç talebi ve moment azalmasıdır. Asenkron motorların dengesiz gerilim altında çalışması ile ilgili literatürde çeşitli çalışmalar mevcuttur. Gerilim dengesizliği altında çalışan

asekron motorların kayıplarının arttığı ve daha fazla ısındığı tespit edilmiştir (Bradley, 2001). Bazı çalışmalarda bu olumsuz etkinin azaltılması için detarasyon yapılması gerektiği vurgulanmıştır (William, 1954; Gafford, 1959; Bernedt, 1964). Bunun yanında gerilim dengesizliğinin motor ömrünü azalttığı bazı çalışmalarda belirtilmiştir (Jalilian, 2005; Kianinezhad, 2009). Ayrıca gerilim dengesizliğinin motor üzerindeki etkilerinin motor modellerinde baskın olduğu parametreler üzerinde çalışmalar da mevcuttur (Ansari vd., 2005). Bu konuda yapılan diğer çalışmalar ise belirli dengesizlik oranları için asenkron motorların ne kadar enerji maliyeti ortaya çıkardığı üzerinedir (Reed, 1936; Lee, 1999). Gerilim dengesizliğinin asenkron motorlar üzerindeki etkilerini azaltmanın bir yolu da asenkron motoru bir sürücü üzerinden beslemektir. Asenkron motor sürücüleri endüstride özellikle değişken hızlı uygulamalarda yaygın olarak kullanılan sistemlerdir. Motor pompa düzeneklerinde de değişken hızlı sürücüler (VSD) kullanılmaktadır. Bu sürücüler yüksek dinamik performans, esnek kullanım ve enerji tasarrufu gibi özelliklere sahiptir. Asenkron motor sürücülerinin hassas gerilim dengesizliklerinde sistemin verimli bir şekilde işleyişinde olumlu etkileri vardır (Bollen, 1997; Gomez, 1999). Bir çok gerilim dengesizliğinde gerilim nominal değerinin %70'inin altına düşmemekte ve dengesizlik 300 ms'den kısa sürmektedir. Gerilim dengesizliğinin böyle olduğu durumlarda, VSD'ler moment kaybı olmaksızın ve hız kontrol süresinde kesinti oluşturmaksızın çalışmaya devam edebilmektedirler (Eppely, 1997; Amentugi, 1998).

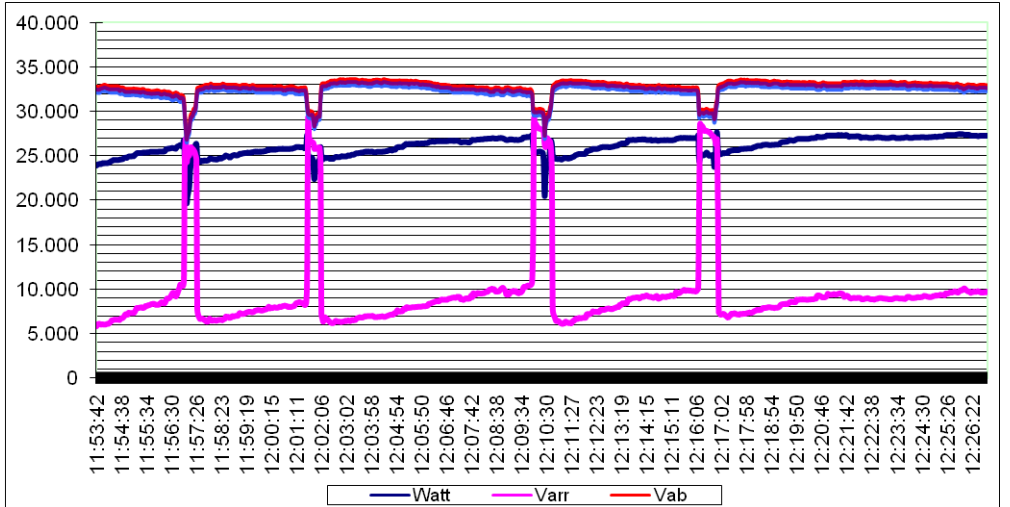
Bu çalışmada tarımsal sulamada kullanılan 100 kW mertebesinde güce sahip asenkron motorların dengesiz gerilim altında çalışmaları halindeki durumları analiz edilmiştir. Asenkron motorların şebekede gerçekleşen gerilim değişimleri altındaki performansının tespit edilebilmesi amacıyla pilot bir çalışma bölgesi ele alınmıştır. Kızıltepe Ovasında Dikmen transformatör merkezinden beslenen 34,5 kV'luk bir dağıtım hattına bağlı sulama tesisi

çalışma alanı olarak seçilmiştir. Sulamada kullanılan asenkron motor-pompa düzeneğinin benzetim modeli MATLAB Simulink yazılımı yardımı ile elde edilmiştir. Yapılan benzetim modelinde giriş gerilimi olarak sulama döneminde ele alınan sulama tesisini besleyen dağıtım hattı üzerinde ölçülmüş olan gerçek gerilim değerleri kullanılmıştır. Ele alınan sulama tesisinde asenkron motorlara, uygun olmamasına rağmen, doğrudan şebekeye bağlanarak yol verilmektedir. Bu nedenle çalışmada doğrudan yol verilen asenkron motor analiz edilmiştir. Bunun yanında aynı asenkron motorun gerilim kaynaklı altı adımlı bir sürücü ile beslenmesi durumu ele alınmıştır. Yapılan analizde, asenkron motorun stator akımlarının, elektromanyetik momentinin, rotor hızının ve şebekeden çektiği aktif, reaktif güçlerinin değişimleri tespit edilmiştir. Böylelikle ölçülen gerilim dengesizliği altında, doğrudan ve değişken hızlı sürücü üzerinden beslenen asenkron motorun davranışı analiz edilmiştir. Kullanılan sürücülerin gerilim değişimlerindeki performansı ve sistem çıktılarını üzerindeki etkileri incelenerek karşılaştırma yapılmıştır.

### **Asenkron motor-pompa ve AC sürücü sisteminin Matlab/Simulink benzetimi**

Yapılan sayısal benzetimde sistemin 3 aşamada modellenmesi yapılmıştır. Bunlar giriş gerilimi, asenkron motor, dalgıç pompa modelidir. Yapılan benzetim modeli yardımıyla asenkron motorun gerilim değişimi altındaki davranışı analiz edilebilmektedir. Yapılan modelde doğrudan ve altı adımlı AC sürücü ile asenkron motor pompa grubuna yol verilerek çıkış parametrelerinin analizi yapılmıştır.

Sayısal benzetim çalışmasında gerilim kaynağı modeli için sistemden ölçülen gerçek değerler kullanılmıştır. Kullanılan veriler için, tarımsal sulamanın yoğun yapıldığı ve dolayısıyla şebekedeki gerilim bozulmalarının sıklıkla görüldüğü Temmuz ayına ait 29.07.2014 tarihi seçilmiştir. Pilot olarak seçilen tesisin elektrik beslemesinin yapıldığı 154 kV Dikmen TM'nin 33 kV'luk Yayıklı fiderine ait ölçüm değerleri alınmıştır. Şebekeden ölçülen gerilim, aktif ve reaktif güç değerleri Şekil 1'de gösterilmiştir.



*Şekil 1. Ele alınan sulama tesisini besleyen hattan ölçülen gerilim, aktif ve reaktif güç değerleri.*



## Benzetim Çalışmaları

Benzetim çalışması gerilim değişimleri altında, yol verme ve sürekli rejimde yaşanan etkilerin analiz edilebilmesi için yapılmıştır. Bu amaçla iki farklı yol verme yöntemi kullanılan asenkron motor pompa sistemi ele alınmıştır. Benzetimi yapılan birinci yöntem pompa yükü bağlı motorlara doğrudan yol verilmesidir. Büyük güçlü asenkron motorlara doğrudan yol verilmesi mühendislik tekniklerine uygun değildir. Ancak ele alınan bölgede yapılan incelemelerde birçok sulama tesisinde 100-150 BG gücündeki motorlara doğrudan yol verildiği tespit edilmiştir. Bu nedenle doğrudan yol verilen motorların analizinin yapılması öngörülmüştür. Benzetimi yapılan ikinci yöntem ise pompa-motor grubuna altı adımlı AC sürücü ile yol verilmesidir. Şekil 3'de doğrudan yol verme, Şekil 4'de de altı adımlı AC sürücü ile yol verme için Matlab/ Simulink'te hazırlanan benzetim modelleri gösterilmiştir.

Benzetim çalışmaları üç ve tek fazlı dengesiz gerilim altında yapılmıştır. Benzetim sonucunda, yol alma ve ani gerilim düşme

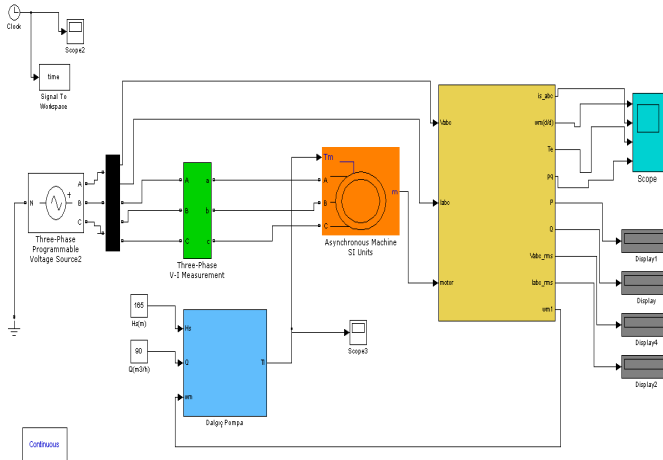
zamanlarında asenkron motorun stator akımları, momenti, aktif-reaktif güçleri ve rotor hızı elde edilmiş ve incelenmiştir.

Benzetim çalışmalarında kullanılan bazı değerler dengeli gerilim altında doğrudan yol alması olarak seçilmiştir. Bazı değerler Tablo 1'de gösterilmiştir.

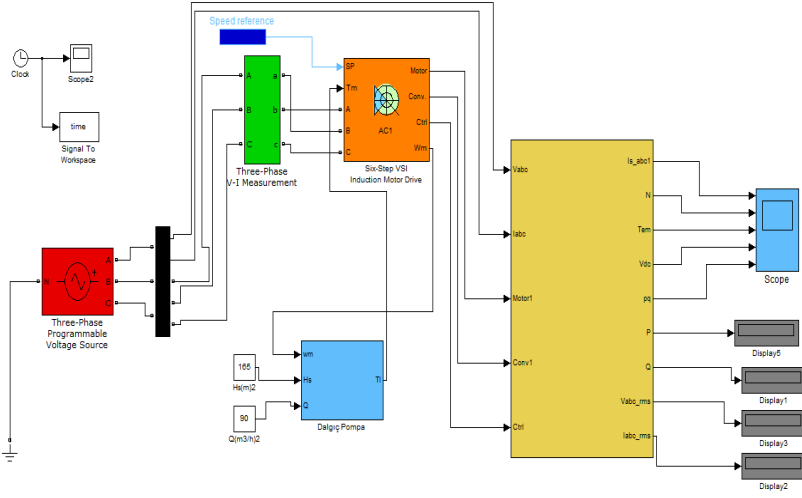
Tablo 1 Analizlerde kullanılan bazı değerler

Gerilim tipi	Is	T	P	Q	w
Dengeli	141,2 A	466,65 Nm	74,42 kW	52,1 kVAr	1484 d/dk

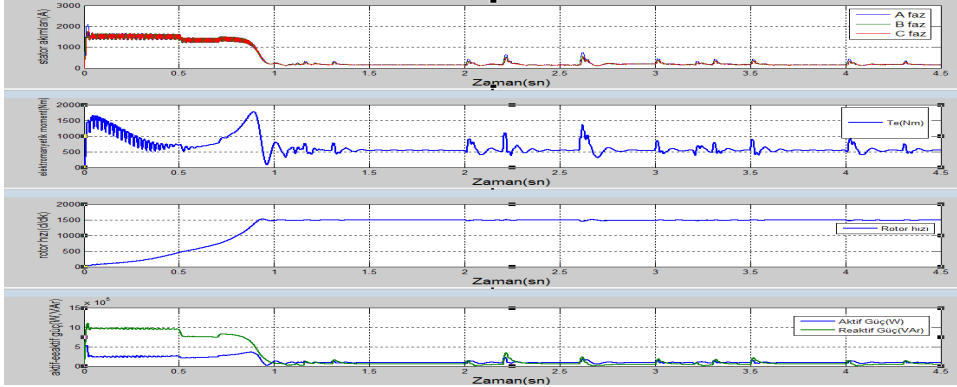
Doğrudan yol verme yöntemiyle sürülen asenkron motor-pompa grubunun, üç ve tek fazlı dengesiz gerilim altında elde edilen sonuçları Şekil 5 ve Şekil 6'da gösterilmiştir. Benzetimi yapılan ikinci yöntem olan altı adımlı AC sürücü kullanarak yol vermeye ilişkin sonuçlar hızı Şekil 7 ve Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Doğrudan yol verme için hazırlanan benzetim modeli.

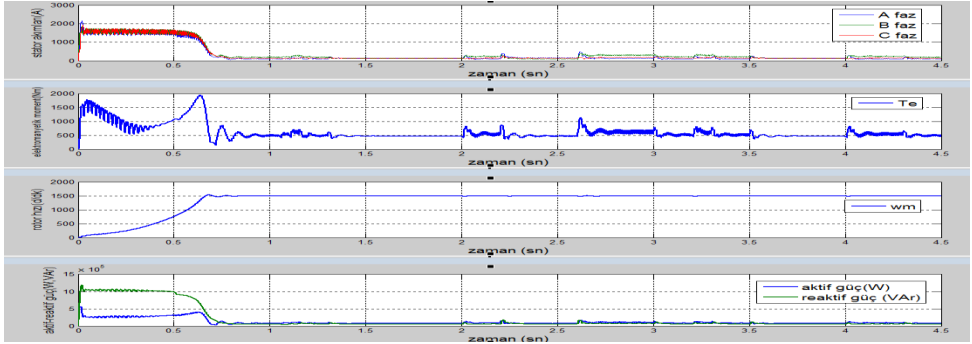


Şekil 4. Altı adımlı AC sürücü ile yol verme için hazırlanan benzetim modeli.

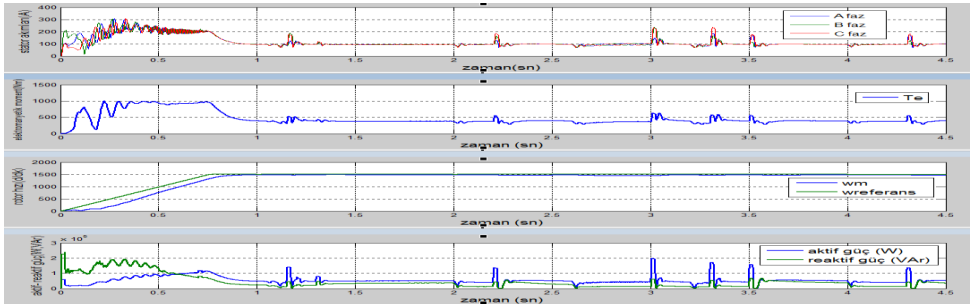


Şekil 5. Bir fazlı dengesiz gerilim altında doğrudan yol verilen asenkron motora ilişkin sonuçlar.

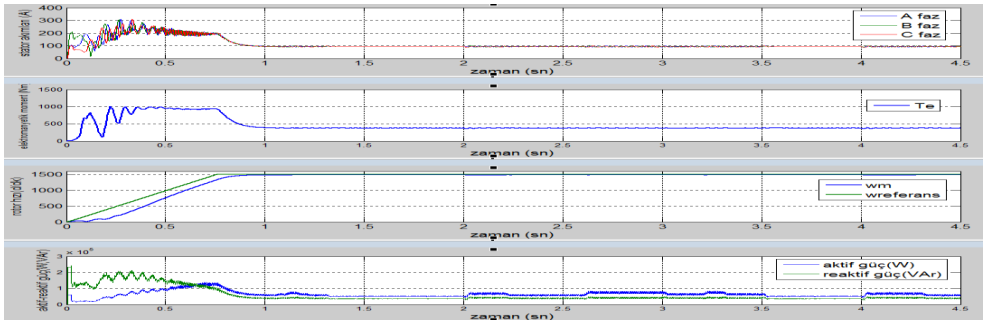
Gerilim Bozulmalarının Tarımsal Sulamada Kullanılan Farklı Besleme Türlerine Sahip Asenkron Motorlar Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması



Şekil 6. Üç fazlı dengesiz gerilim altında doğrudan yol verilen asenkron motora ilişkin sonuçlar.



Şekil 7. Bir fazlı dengesiz gerilim altında altı adımlı AC sürücü ile yol verilen asenkron motora ilişkin sonuçlar.



Şekil 8. Üç fazlı dengesiz gerilim altında altı adımlı AC sürücü ile yol verilen asenkron motora ilişkin sonuçlar.

Benzetim çalışmalarında elde edilen sonuçlar yol alma anı için incelenmiş ve her iki yol verme yöntemi, stator akımları, elektromanyetik moment, aktif-reaktif güç ve yol alma süresi parametreleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Yol verme anında parametrelerin karşılaştırılması

Yol Alma Parametreleri	Yol Verme Yöntemleri			
	Doğrudan		Altı Adımlı AC Sürücü	
	Dengesiz Gerilim Türü			
	3 Faz	1 Faz	3 Faz	1 Faz
$I_{sa}$ (p.u.)	11.75	12.3	1.61	1.64
$T_a$ (p.u.)	3.81	4.16	2.1	2.13
$P_a$ (p.u.)	3.64	4.08	1.61	1.85
$Q_a$ (p.u.)	19.05	20.53	3.75	4.19
$t_a$ (sn)	1.2	1.35	0.95	1.1

Yol alma sırasında elde edilen sonuçlar incelendiğinde, tek fazlı gerilim dengesizliğinin üç fazlı gerilim dengesizliğine göre asenkron motoru daha fazla etkilediği görülmüştür. Bunun sebebi gerilim dengesizliğinde, tek fazlı gerilim bozulmasının üç faza göre daha dengesiz bir durum ortaya çıkarmasıdır.

Her iki tür dengesiz gerilim altında yol verme sırasında motorun stator akımının ( $I_{sa}$ ) doğrudan yol verme yönteminde çarpıcı şekilde büyük olduğu görülmüştür. İncelenen parametrelerden biri olan elektromanyetik momentin ( $T_a$ ) yol alma sırasında doğrudan yol verme yönteminde sürücüyle yol verme yöntemine göre iki kat büyük olduğu görülmektedir. Şebekeden çekilen aktif güçler incelendiğinde ( $P_a$ ) doğrudan yol vermede şebekeden çekilen aktif güç, sürücüyle yol vermeye göre iki kat kadar büyüktür. Yol alma zamanlarında şebekeden çekilen reaktif gücün çok büyük olması ( $Q_a$ ) şebekedeki gerilimin düşmesinin sebeplerinden biridir. Sürücü sistemiyle yol vermede şebekeden çekilen reaktif güç doğrudan yol vermeye göre 5-6 kat kadar daha küçüktür. Bu sonuç sürücü ile beslenen asenkron motorların özellikle yol alma sırasında şebeke geriliminin bozucu etkisinin sınırlanacağını göstermektedir. Her iki

yöntemde yol alma süresi ( $t_a$ ) incelendiğinde, doğrudan yol almada bu süre 1.2 s sürücü sistemi ile yol vermede ise 0.95 s’dir. Sonuçlardan görüldüğü gibi sisteme yol verme işlemi sürücüyle yol verme yönteminde doğrudan yol verme yöntemine göre daha kısa sürmekte ve sistem kararlı yapıya daha çabuk geçebilmektedir.

Benzetim modelinde yapılan diğer bir analiz, asenkron motor-pompa grubunun, üç fazlı gerilimin, ani olarak nominal gerilimin altına düştüğü durumlarda, incelenmesidir. Böylelikle sürekli durumda çalışan motor pompa grubunun gerilim bozulmaları sırasındaki performansı incelenebilmiştir. Bu amaçla yapılan simülasyonda, şebekeden ölçülen gerilimin %20 azaldığı 2-2,2 s ve % 30 azaldığı 2,6-3 s zaman aralıklarında asenkron motorun stator akımları, elektromanyetik momenti, aktif reaktif güçleri incelenmiştir. Böylelikle şebekedeki gerçek gerilim değişimlerinin asenkron motor üzerindeki etkileri gözlenebilmiştir. İnceleme sonucu ele edilen değerler Tablo 3’de özetlenmiştir.

Tablo 3. Ani gerilim düşmesinin motor üzerindeki etkileri.

	Dengesiz Gerilim değeri (p.u.)	Doğrudan yol verme	Altı adımlı AC sürücü yol verme
$I_s$ (p.u.)	0.8	3	0.53
	0.7	5,34	0.48
$T_c$ (p.u.)	0.8	0,85	0,68
	0.7	0,65	0,63
P (p.u.)	0.8	0,92	0,51
	0.7	0,65	0,4
Q (p.u.)	0.8	2,71	0,23
	0.7	4,56	0,27

Elde edilen değerlere göre yapılan analizlerde gerilimin %20 ve %30 azaldığı zaman dilimlerinde stator akımlarının doğrudan yol vermeye yönteminde, gerilim değişimlerine bağlı olarak, nominal değer 3 ile 5,34 katına yükseldiği tespit edilmiştir. Bu durum doğrudan yol verme yönteminde şebekedeki gerilim düşümünün gerilim azalmaları sırasında artmasına ve sonuç olarak da şebeke geriliminin



daha da azalmasına neden olmaktadır. Sürücü sistemiyle yol verme yönteminde ise aynı gerilim azalmalarında stator akımının nominal değerinin 0,53 ile 0,48 katına gerilediği görülmektedir. Elektromanyetik moment değerleri gerilimin düşme aralıklarında incelendiğinde; doğrudan yol verme yönteminde momentin %15 ile %35 arasında azaldığı tespit edilmiştir. Sürücüyle yol verme yönteminde ise momentin gerilim düşümlerinde %32 ile %38 arasında azaldığı görülmektedir. Doğrudan yol verme yönteminde momentin ve sürücü sistemiyle yol vermeye göre daha az değişmesinin nedeni bu yöntemde motorun yükü karşılayabilmek için şebekeden çektiği akım miktarını arttırmasıdır. Buna karşın momentteki azalma her iki yöntemde de birbirine yakın değerlerdedir. Gerilim düşümlerinde motorun şebekeden çektiği aktif güçler analiz edildiğinde; gerilimin 0.8 p.u. değerine düştüğü zaman diliminde, doğrudan yol verme yönteminde aktif gücün %8 azaldığı görülmektedir. Aynı gerilim düşümü değerinde sürücü ile yol verme yönteminde aktif güç %49 azalmaktadır. Gerilimin 0.7 p.u. değerine düştüğü zaman diliminde ise, doğrudan ve sürücülü yol verme sistemlerinde şebekeden çekilen aktif güç sırasıyla, %35 ve %60 azalmaktadır. Gerilim düşümlerinde şebekeden çekilen reaktif güçler incelendiğinde her iki yöntem arasında büyük farklar olduğu görülmektedir. Doğrudan yol verme yönteminde gerilimin 0.80 ve 0.70 p.u. seviyesine düştüğü durumlarda, şebekeden çekilen reaktif güç sırasıyla nominal değerinin 2.71 ile 4.56 katına çıkmıştır. Altı adımlı AC sürücü ile yol verme yönteminde ise gerilimin 0.80 ve 0.70 p.u. seviyesine düştüğü durumlarda, şebekeden çekilen reaktif güç sırasıyla 0.23 ile 0.27 p.u. değerlerinde ölçülmüştür. Şebekeden çekilen reaktif gücün gerilim düşümlerinde doğrudan yol verme yönteminde nominal değerinin birkaç katına ulaşması şebekedeki gerilim düşümünü de arttıran bir unsurdur. Sürücü ile yol verme yönteminde ise şebekeden çekilen reaktif gücün azaldığı görülmektedir. Bu durum sürücü ile beslenen motorların gerilim düşümlerinde şebekenin gerilimini bozma yönündeki etkisini engellemektedir.

## **Sonuç ve Öneriler**

Bu çalışmada şebekede meydana gelen gerilim değişimleri altında Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bir sulama tesisinde kullanılan asenkron motor-pompa sisteminin benzetim çalışmaları yapılmış, gerilim değişimlerinin motor üzerindeki etkileri incelenmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sulama tesislerinde en çok kullanılan yol verme yöntemi olan doğrudan yol verme yöntemiyle kontrolsüz olarak çalıştırılan asenkron motorların performansı benzetim modeli ile elde edilmiş ve altı adımlı AC sürücü ile yol verme yöntemi ile kontrol edilen asenkron motor ile karşılaştırılmıştır. Benzetimlerde şebekedeki gerçek gerilim değişimleri altında, asenkron motor-pompa sisteminin, stator akımları, elektromanyetik momenti, aktif-reaktif güçleri ve rotor hızı incelenmiştir. Yapılan benzetim üç ve bir fazlı dengesiz gerilim altında yapılmıştır. Gerilim değişimleri altında yapılan sayısal benzetimlerde, altı adımlı AC sürücü ile yol verme yönteminde, yol alma anında ve sürekli çalışma durumunda şebekeden çekilen stator akımlarının, doğrudan yol verme yöntemine göre kontrol altında tutulabildiği görülmektedir. Bu durum büyük güçlü motorların özellikle elektrik kesintileri sonrasında devreye girmelerinde şebeke üzerindeki etkilerini sınırlamak açısından oldukça önemlidir. Bunun yanında gerilim düşümlerinde sürücü ile yol verme yönteminde, elektromanyetik momentin şebekeden çekilen aktif ve reaktif gücün azaldığı ve kontrol yöntemine uygun davrandığı görülmektedir. Gerilim düşümü anlarında altı adımlı AC sürücü sistemin çıkış momentini azaltmasına rağmen, şebekeden çekilen akımı ve güçleri de azalttığı görülmektedir. Bu sonuçlardan altı adımlı AC sürücünün şebekedeki gerilim değişimlerini tolere edebildiği görülmektedir. Bunun yanında sürücü sistem asenkron motorun şebeke gerilimi üzerindeki bozucu etkilerini de engellemektedir. Değişken hızlı sürücülerin bazı dezavantajları da söz konusu olabilmektedir. Statik basıncın yüksek sürtünmenin az olduğu yerlerde değişken hızlı sürücülerin kullanılmasının verim üzerinde olumsuz etkileri mevcuttur. Ayrıca değişken hızlı sürücüler ucuz ekipmanlar

değildir ve bakımları ayrı maliyet gerektirir. Bakım ve işletilmesi için belli eğitimden geçmiş kalifiyeli eleman ihtiyacı vardır. Bu dezavantajların yanında değışken hızlı sürücülerin şebekedeki gerilim değışimlerini tolere edebilmeleri yanında sürücülerin uzaktan kumanda edilebilmeleri, kayıpları minimuma indirebilmeleri ve pompanın en verimli noktasında çalışmasına olanak sağlayabilmeleri daha güvenli ve etkin bir çalışma oluşturur. Bir sulama tesisine değışken hızlı sürücüler kullanmadan önce etütlerin iyi bir şekilde yapılması ve maddi dengeler gözetilerek kurulum yapılması gerekir. Bu işlemler yapıldıktan sonra uygun sürücü sistemlerinin seçilmesi ile sistem daha efektif ve daha kararlı çalışabileceğı yapılan analizlerden görülebilmektedir.

Bölgedeki sulama tesislerinde kullanılan doğrudan yol verme yönteminin motor güçlerine uyumsuzluğu nedeni ile bir an önce terk edilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde şebekede meydana gelen gerilim dalgalanmalarının önlenmesi olanaklı olmayacaktır.

## Kaynaklar

Amantegui, J., F. Pazos., (1998). Voltage dip measurement capaign in Spanish MV systems preliminary results 1996 /1998, CCO2 Paris.

Ansari, A. A., Deshpande, D. M., (2005). "Investigation of Performance of 3-Phase Asynchronous Machine Under Voltage Unbalance" *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, **Vol.6**, No.1, pp 021-026.

Aydınöz, H. İ., Gümüş, B., (2013). Kızıltepe Ovasında Tarımsal Sulamadan Kaynaklanan Gerilim Dalgalanmalarının Asenkron Motorlar Üzerine Etkileri, Enerji Verimliliğı ve Kalitesi Sempozyumu 2013 (EVK 2013), Kocaeli, S. 146-150

Aydınöz, H. İ., Gümüş, B., (2013). Kızıltepe Ovasında Tarımsal Sulamanın İletim ve Dağıtım Şebekesi Kalitesi Üzerine Etkileri, Enerji Verimliliğı ve Kalitesi Sempozyumu 2013 (EVK 2013), Kocaeli, S. 49-53.

Berndt, M. M. and Schmitz, N. L., (1964). "Derating of Polyphase Induction Motors Operated with Unbalanced Line Voltage". AIEE Transactions, Vol. PAS-84, pp. 471-479.

Bollen M. H. J., (1997). Characterization of voltage dips experienced by three-phase adjustable-speed drives. *IEEE Transactions on Power Delivery* PD-12 (4) 1666 /1671.

Bollen M. H. J., Zhang, L. D., (2000). Analysis of voltage tolerance of AC adjustable-speed drives for three-phase balanced and unbalanced dips. *IEEE Transactions on Industry Applications* IA-36 (3) 904 /910.

Casada D., (1999). Energy and reliability considerations for adjustable speed driven pumps, presented at the 1999 International Energy Technology Conference.

Bradley D., (2001). "Voltage dips, predictive maintenance – the key to power quality". Leonardo Power Quality Initiative Conference.

Erkul E., (2011). "Türkiye Elektrik İletim Sistemi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin İletim Sistemi Açısından İncelenmesi". Mezopotamya Enerji Forumu Bildiriler Kitabı, Diyarbakır.

Epperly R. A., Hoadley, F. L., Piefer, R. W., (1997). Considerations when applying ASD's in continuous processes. *IEEE Transactions on Industry Applications* IA-33 (2) 389 /396.

Ertöz A. Ö., (2003). Pompalarda enerji verimliliğı 5. Pompa Kongresi İstanbul.

Ertöz A. Ö., Duymuş E., (2001). "Değışken Devirli Pompaların Seçimi" 4. Pompa Kongresi İstanbul.

Gafford, B. N., Duesterhoeft, W. C. and Mosher, C. C., (1959). "Heating of Induction Motors on Unbalanced Voltages." AIEE Transactions, pt. III-A, Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-78, pp. 282-297.

Gomez, Enjeti, P. N., Ok Woo B., (1999). Effect of voltage dips on adjustable-speed drives: a critical evaluation and an approach to improve performance. *IEEE Transactions on Industry Applications*, IA /35(6), 1440 /1448.

Sarmiento, H. G., Estrada, E., (1996). A voltage dip study in an industry with adjustable speed drives. *IEEE Industry Applications Magazine* 2.

Jalilian, A., Roshanfekar, R., (2005). "Analysis of Three-phase Induction Motor Performance Under Different Voltage Unbalance Conditions Using Simulation and Experimental Results" *Electric Power Components and Systems* **Vol. 3**, No. 10, pp 300-319.

Kianinezhad, R., Seifossadat, G., Heidari, M. and Monadi, M., (2009). "Effects of Distribution Network Unbalance Voltage Types in Respect to Identical Unbalance Factor on the Induction Motors" *Elektrik, Elektronik, Otomasyon, Aydınlatma Ve İletişim Fuarı Sempozyumu Eleco Bursa*, pp 193-196.

*Gerilim Bozulmalarının Tarımsal Sulamada Kullanılan Farklı Besleme Türlerine Sahip Asenkron Motorlar Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması*

- Lee. C.-Y.. (1999). "Effects of Unbalanced Voltage on the Operation Performance of a Three-Phase Induction Motor" *IEEE Transactions on Energy Conversion*. **Vol. 14**, No.2, pp 202-208.
- Reed. H. R., Koopman. R. J.. (1936). "Induction Motors on Unbalance Voltages" *AIEE Transactions*. **Vol. 55**, pp. 387-393.
- Stockman K., D'hulster. F., Verhaege. K., Desmet. J., Belmans. R.. (2001). Voltage dip immunity test set-up for induction motor drives. *Proceedings of the 11th International Symposium on Power Electronics Ee2001*. Novi Sad, Yugoslavia, pp. 303\_ /307.J.L.
- Williams. J. E. (1954). "Operation of Three-Phase Induction Motors On Unbalance Voltages" *AIEE Transactions. pt. III-A. Power Apparatus and Systems*. **Vol. 73**, pp. 125-133.

## Impacts of voltage distortion on used different feed types in induction motors for agricultural irrigation

### Extended abstract

*In the application field of Southeastern Anatolia Project (GAP) which consist approximately %20 of the economic irrigation area throughout Turkey, a large part of the irrigation projects was not completed. Roughly %15 of irrigation projects of GAP is in process. Inadequency of the irrigation structure which relies on the project, leaves farmers no choice but watering with their own ways. For that purpose, the asynchronous engines which have average 100 kw power are commonly used. Insufficiency of electricity distribution substructure, defective construction of pump-motor facilities according to engineering services and with the reason of lack of capacity in transmission system, important quality problems occur. The quality problems affect very high-tension lines and interconnected network, also. The most common quality problems of electricirity energy are power cuts and voltage disorders. The energy quality problems in network affect closely asynchronous engines. While this impact is reflected to the performances of the engines, it affects the network negatively because of the load characteristic of the asynchronous engine. Thus, the vicious cycle comes out of.*

*One way to reduce the impacts of disorderedness of tension is feeding the asynchronous engine via a driver. The drivers of asynchronous engine are the systems which are used commonly in industry especially in the variable-speed applications. Variable-speed drivers are also used in pump-motor mechanism. These drivers have features like high-dynamic performance, flexible usage and energy saving. The driver of asynchronous engines affect positively the system's efficient functioning in critical tension disorderedness. In most of the tension disorderedness, voltage doesn't go down under its nominal rate %70 and disorderedness lasts less then 300 ms. In these conditions of tension disorderedness, VSDs have ability to work without any loss of moment and without any power cut in speed control time.*

*In this work, the situations of the 100kw asynchronous engines which work under disordered tension are analysed. To determine the performances of the asynchronous engines under changing tensions in the network, a pilot region is discussed. Depending on 34.5 kw distribution line, an irrigation facility which is feeding from Diknen transformator center in Kızıltepe plain is chosen as a research area. The simulation model of asynchronous motor-pump mechanism which is used in watering, is created by the help of MATLAB simulink software. In the simulation model, real tension rates which is measured on the feeding distrubution line during watering time, are used. In the discussed irrigation facility asynchronous engines are given ways by connecting directly to the network, although it is not appropriate. That's why this research analyses the asynchronous engines which are given way directly. Beside, it is discussed the same asynchronous engine' feeding with six stepped driver which has a tension source. The analyze determines asynchronous engines' the stator flows, electromagnetic moment, the speed of rotor and the changings of active and reactive powers which it absorbs from the network. In this way, under the measured disordered tension, the conduct of the asynchronous engine which is fed by direct and variable-speed driver, is analyzed. The performances of the used drivers on tension changes and the impact on the outputs of the system are studied and compared.*

**Keywords:** Induction motor, Voltage unbalanced, Variable speed ac driver, Agricultural irrigaion