

# Mevcut Alternatif Akım Hatlarını Doğru Akıma Çevirerek Güç Artırımı Sağlayacak Bir Yöntem

Özgür C. Özerdem

Perviz Ali-Zade

Yakın Doğu Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Müh. Böl.

[oozerdem@neu.edu.tr](mailto:oozerdem@neu.edu.tr)

[pgalizade@neu.edu.tr](mailto:pgalizade@neu.edu.tr)

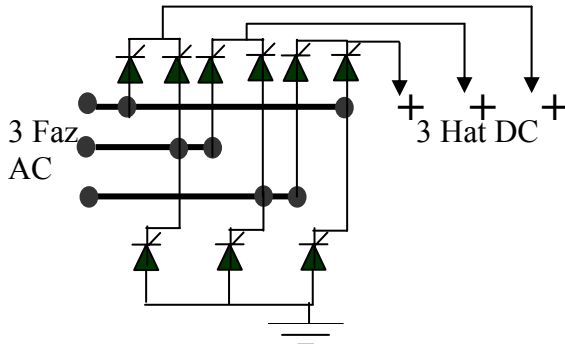
Anahtar sözcükler: Konverter, Alternatif Akım, Doğru Akım.

## ÖZET

Yüksek Voltaj Doğru Akım (HVDC) yöntemi ile elektrik enerjisi iletimi 1950 lerden beri dünyada gerçekleştirilen bir yöntemdir[1]. Bu yöntemde iki adet konverter istasyonu tek hat dönüş toprak (monopol) veya çift hat (bipolar) olarak doğru akım (DC) kablo veya hatlarıyla gerçekleştirilmektedir. Kullanılan konvertörler üç faz köprü konverterlerdir. Çok özel bazı durumlarda mevcut alternatif akım (AC) havai hat veya kabloları güç artırımı sağlama amaçlı DC hattına çevrilerek kullanılabilir[2][3]. Bu sayede aynı hatlardan  $\sqrt{2}$  katsayısı kadar hatta daha fazla güç DC olarak iletilir[4]. Literatürde DC iletimi için hep üç faz köprü konverterler kullanılmıştır. Bu bildiri mevcut üç AC hattını aynı anda tek konverterle DC ye çevirme amacıyla kullanılacak bir konverteri tanıtip laboratuvar ortamında çalışma sonuçları ile PSCAD yazılım simülasyon sonuçlarını irdeliyecektir. Bu sonuçlar üç faz köprü konvertörle karşılaştırılacaktır.

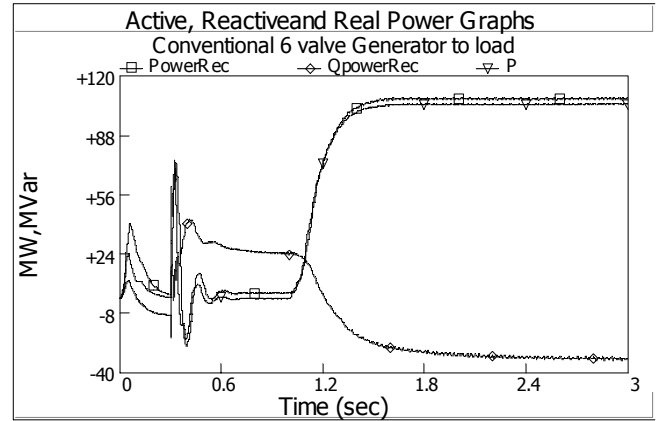
## 1. KONVERTÖR

Tasarlanan konvertör Şekil 1 de verilen ve star-delta konvertör[5] olarak isimlendirilen konvertördür. Konvertörün özelliği doğrultucu olarak kullanıldığında üç-faz AC gücü üçhat üzerinde DC güce çevirmesidir. İnvörtör olarak ise üç hat DC gücü AC güce geri çevirebilmektedir. Konverterin diğer bir özelliği ise istenirse sadece üç Tristör veya IGBT iletimde bırakılarak DC hatların geri AC hat şekline döndürülebilmesidir[6].

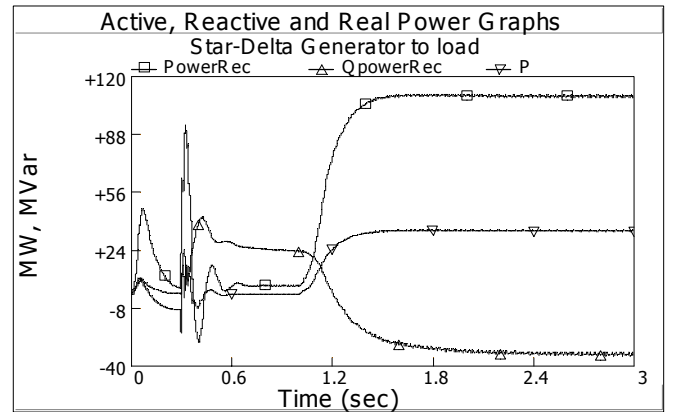


Şekil 1. Star Delta Konvertör

Konverter PSCAD yazılımı ile modellenerek 6 anahtarlı üç faz tam kontrollü köprü konvertörle karşılaştırılmıştır. Modelleme HVDC iletim sistemi şeklinde yapılmış ve üç faz yük beslenmiştir. Sonuçlar Şekil 2. ve 3 de verilmiştir. Şekil 2. 6 anahtarlı konverterin DC hat üzerindeki voltaj grafiğini, Şekil 3. ise star-delta konverterin Tek hat voltaj grafiğini vermektedir.



Şekil 2. 6 Anahtarlı köprü konverter güç grafiği

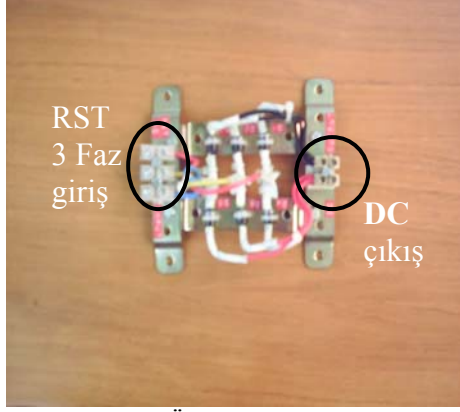


Şekil 3. star-delta konverter güç grafiği

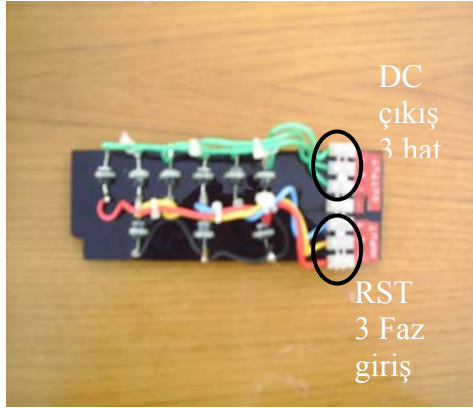
Şekillerden görüleceği üzere star-delta converter fonksiyoneldir.

## 2. LABORATUAR TASARIMI

Star-delta konvertör ve 6 anahtarlı üç-faz köprü konvertör laboratuar ortamında kurularak fonksiyonları ve çalışmaları incelenmiştir. Şekil 4. Üç faz Köprü konvertörü Şekil 5. ise star-delta konvertörü göstermektedir. Konvertörler kontrolsüz doğrultucular olarak kurulmuştur.



Şekil 4. Üç faz Köprü konvertör



Şekil 5. Star-delta konvertör

Şekil 4. deki konvertör üç faz güce bağlanmış ve giriş hat voltajı 425 volt olarak ölçülmüştür. Çıkış DC voltjı Şekil 6. da görüldüğü gibi 567 Volt dur.



Şekil 6. Üç faz köprü konvertörün laboratuar deneyi

Sonucun sağlanması için matematiksel olarak DC çıkış voltajı hesaplanmıştır ve

$$V_{average} = V_{DC} = \frac{6}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{2\pi}{3}} V_m \sin wt d(wt) = 0,955V_m$$

Laboratuar verilerine uygulandığında:

$$V_{DC} = \frac{6}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{2\pi}{3}} \sqrt{2} (425) \sin wt d(wt) = 573 \text{ Volt}$$

Teorik sonuç pratik sonucu sağlamaktadır.

Şekil 7 . star delta doğrultucu devresinin laboratuar ortamında çalışmasını vermektedir her üç çıkışta da ortalama 475 voltluk bir voltaj vardır.



Şekil 7 . star delta doğrultucu devresinin laboratuar ortamında çalışması

Matematiksel olarak star delta doğrultucusundaki her DC voltaj çıkışı:

$$V_{DC} = \frac{1}{2\pi} \left[ \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} V_m \sin wt d(wt) + \int_{\frac{5\pi}{6}}^{\frac{3\pi}{2}} V_m \sin(wt-120) d(wt) \right]$$

$$- \left[ \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} V_m \sin(wt-120) d(wt) + \int_{\frac{7\pi}{6}}^{\frac{3\pi}{2}} V_m \sin wt d(wt) \right]$$

$$= 0,827 \cdot V_m$$

$$V_{average} = V_{DC} = 0,827(600,95) = 496 \text{ Volts}$$

olmalıydı ki bu veri %5lik bir yanlılıkla doğrudur.

Laboratuvar ortamındaki deney modelleri Pspice yazılımında aynen modellenerek harmonik çalışması yapılmıştır. Şekil 8. üç faz köprü converter devresinin harmoniklerini göstermektedir. Şekil 9 ise star-delta devresinin harmoniklerini göstermektedir. Star delta harmonikleri daha yüksektir.

### 3. SONUÇ

İncelenen star-delta konverter devresi fonksiyonel açıdan genelde kullanılan üç faz köprü konvertörden çok büyük farklılıklar göstermemektedir. Harmonik ihtivası daha fazla olmasına karşı star-delta konverter üç hat çıkışı ve istendiğinde DC hatların tekrar AC ye çevrilme esnekliği ile önemli bir avantaj içermektedir. Bu avantajda mevcut bir AC yükün mevcut üç-faz AC hatlar kullanılarak tek doğrultucu ve invertörle daha fazla güçle beslenmesidir.

### Kaynaklar

[1] [www.abb.com](http://www.abb.com) , ABB web sayfası

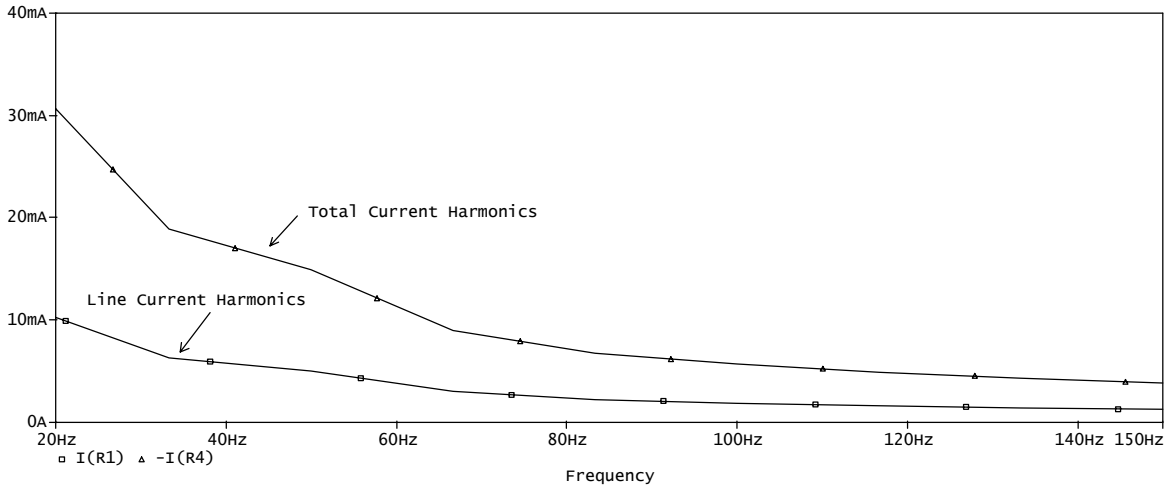
[2] A. Clerici, L. Paris, P. Danfors, 'HVDC Conversion of HVAC Lines to Provide Substantial Power Upgrading', IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 6, No. 1, January 1991.

[3] M. Hausler, G. Shlayer, G. Fitterer, 'Converting AC power Lines to DC for Higher Transmission Ratings', ABB Review 3/1997

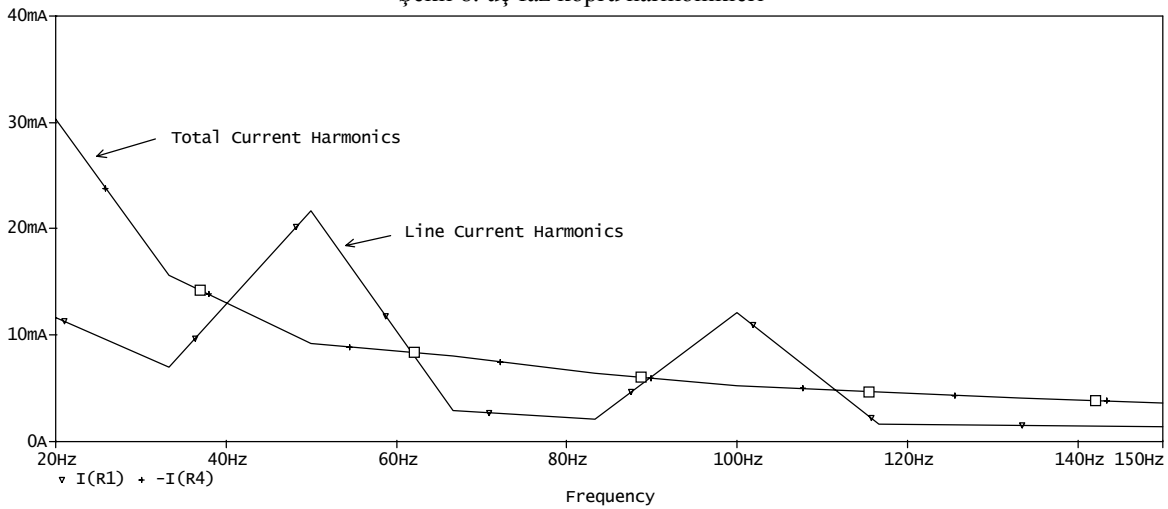
[4] J.Arrilaga, 'High Voltage Direct Current Transmission', IEE Power Engineering Series 6, p-p 210-211.

[5] P.Ali-Zade, Ö.Özdem, E.İmal, M.Bağrıyanık, 'A Switch For Converting AC transmission into HVDC (and back)' Third International Workshop on Transmission Networks for Offshore Wind Farms, April 11-12,2002, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweeden.

[6] Özdem Ö. C., 'A Flexible AC Transmission System to Interconnect Two Generation Points', 2'nd International Symposium on Electrical Electronic and Computer Engineering, NEU-CEE 2004 11-13 March 2004, Nicosia, TRNC



Şekil 8. üç faz köprü harmonikleri



Şekil 9. Star-delta harmonikleri