

AC-AC ÇEVİRİCİLERDE HARMONİK ELİMİNASYONU İÇİN GENETİK ALGORİTMALAR YARDIMIYLA OPTİMUM ANAHTARLAMA AÇILARININ BULUNMASI

¹Bariş GÜRSU

²Melih Cevdet İNCE

¹TEİAŞ 13. İletim Tesis Ve İşletme Grup Müdürlüğü ELAZIĞ

²Fırat Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü ELAZIĞ

e-mail: ¹gursubaris@hotmail.com ²mcince@firat.edu.tr

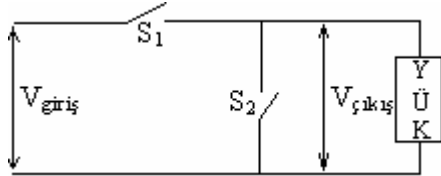
Anahtar Kelimeler: AC-AC Çevirici, Optimum Anahtarlama Açısı, Harmonik Eliminasyonu, Genetik Algoritma

ÖZET

Bu çalışmada, AC-AC çeviriciden elde edilen tam sinüs olmayan işarette meydana gelen, istenmeyen harmonikleri bastırabilmek için rasgele arama tekniğine dayalı optimizasyon yöntemi olan Genetik Algoritmalar(GA) mantığı içerisinde yazılan bir Matlab programı ile optimum sayıda, optimum anahtarlama açılı yerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Optimum anahtarlama açıları, birinci harmonik genliğini en büyük, bastırılacak harmonik genliklerini de en küçük yapan açılardır. Yarım ve çeyrek dalga simetrisine sahip bir dalga şekli kullanarak gerekli matematiksel temeller oluşturulmuş, problem GA'ya uygulanmıştır. Uygunluk fonksiyonu tanımlanarak programın çalışması adım adım anlatılmıştır. Harmonik kavramı olumsuz etkileriyle beraber verilmiş, Toplam Harmonik Distorsiyonu tanımlanmıştır. Yapılan program ile çözülen problemlerin sonuçları, önceden Newton Raphson Yöntemiyle bulunmuş olan bazı çözümlerle ve değişik giriş durumlarında birbirleriyle karşılaştırılarak tablo ve grafik halinde verilmiş ve yöntemin başarısı belirlenmiştir.

1. GİRİŞ

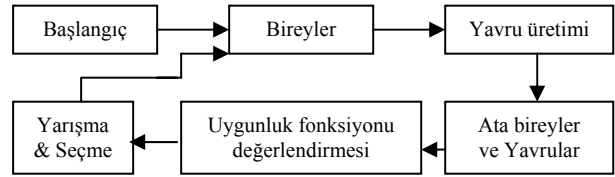
AC-AC çevirici, girişindeki sabit genlik ve frekanslı bir alternatif gerilimi yüksek frekansta anahtarlama yapılarak kıyar ve çıkışında istenilen frekans ve genlikte bir çıkış dalga şekli elde edilmesini sağlar. Ancak anahtarlanarak kontrol edilen çıkış geriliminin dalga şeklinde harmonikler ve dolayısıyla ilave kayıplar oluşur. Bu harmonikler, alternatif akım makineleri gibi lineer olmayan yüklerde gürültü, titreşim, momentte salınımlar, ısınma, izolasyon bozulması ve güç kayıplarına yol açar. Bu nedenle kaliteli çıkış için istenmeyen harmoniklerin bastırılması gerekir.



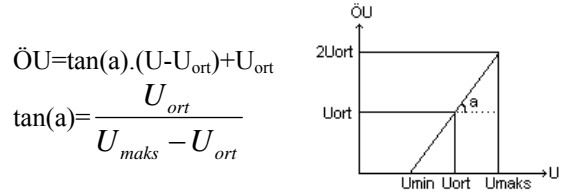
Şekil 1. AC-AC Çevirici Yapısı

Bu çalışmada AC-AC çeviricideki anahtarların tetikleme açıları, temel harmoniği maksimum, istenmeyen harmonikleri de minimum yapmaya yönelik olarak GA'lar yardımıyla hesaplanmıştır. GA'lar, karışık ve çok sayıda lokal optimumların olduğu çözüm bölgelerinde global optimumu bulmak için kullanılabilen rasgele arama tekniğine dayalı, bir

populasyon sistematığıdır. Bu algoritmalar çözüme rasgele üretilmiş bir populasyonla başlar ve çaprazlama, mutasyon, seçim işlemleri uygulanarak daha iyi bir çözüme doğru ilerlemeye çalışırlar. Global Optimizasyon için GA'nın şematik diyagramı Şekil 2.'de gösterilmiştir. Ancak karışık ve sayısız lokal optimumların olduğu problemlerde, başlangıçta rasgele oluşturulan populasyonla her zaman global optimuma ulaşmak mümkün olmayabilir. Özellikle problemin boyutu büyüdükçe global çözümü bulmak daha fazla zaman alır[1-2]. Bu sorunlarla karşılaşmamak için bu çalışmada maskeli çaprazlama yöntemi geliştirilmiş ve kopya sayıları hesaplanırken uygunluğun lineer ölçeklenmesinden faydalanılmıştır.



Şekil 2. Genetik Algoritma Akış Şeması



Şekil 3. Uygunluğun Lineer Ölçeklenmesi

$\bar{ÖU}_{top}$, ele alınan generasyondaki lineer ölçeklenmiş uygunlukların toplamı, $\bar{ÖU}_i$ de ele alınan satırdaki değişkenler için ölçeklenmiş uygunluk olsun. Buna göre i ' inci satırdaki değişkenlerin seçilme ihtimali = $\bar{ÖU}_i / \bar{ÖU}_{top}$ dir. i ' inci satırın kopya sayısı: Populasyon sayısı $\cdot \bar{ÖU}_i / \bar{ÖU}_{top}$ olarak hesaplanır [3].

2. HARMONİK KAVRAMI

Harmonik, temel sinüsoidal bileşenin yanında, temel frekansın katlarında olan frekansa sahip, sinüsoidal bileşenler olarak tanımlanır. Temel frekans 50 Hz iken; temel frekansın 3 katı olan bileşen 3. harmonik olarak adlandırılır ve frekansı 150 Hz' dir. Günümüzde gittikçe artan sayıdaki nonlineer elemanlar, güç sisteminde nonsinüsoidal büyüklüklere sebep olurlar. Nonsinüsoidal büyüklüklerin bulunması harmoniklerin güç sisteminde bulunması demektir. Harmoniklerin oluşması istenmeyen bir durum olup önlem alınmazsa oluşması kaçınılmazdır.

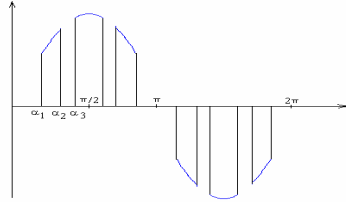
2.1.Toplam Harmonik Distorsiyonu(THD):Sinüs formundan uzaklaşmış herhangi bir dalga şeklinde toplam harmonik distorsiyonu, akım veya gerilimdeki yüzde olarak harmonik oranını belirtir.

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N T_n^2}}{T_1}$$

Burada, T_1 = rms olarak temel bileşenin gerilim veya akımı, T_n = n. Harmonik gerilim veya akımı, N = Harmonik derecesini göstermektedir[4].

3.HARMONİK ELİMİNASYONU VE ANAHTARLAMA AÇILARININ HESABI

Bu yöntem AC-AC çevirici çıkış gerilimindeki istenmeyen harmonikleri eleyen ve ana harmoniğin genliğini kontrol edebilen anahtarlama açılarının önceden hesap edilmesi esasına dayanır. Yarım ve çeyrek dalga simetrisine sahip, genelleştirilmiş bir AC-AC çevirici çıkış gerilimi Şekil 4’deki gibidir.



Şekil 4. Çıkış geriliminin genel şekli

Bu işaret Fourier serisine açılırsa, dalga şeklinin simetrliliğinden dolayı tek sayılı sinüslü bileşenlerden oluştuğu görülür.Elimine edilebilecek harmonik sayısı, hesaplanması gereken α sayısından bir eksiktir[5]. Bu işaretin harmonik bileşenleri Fourier analizi ile hesaplanır.

$$f(\theta) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [(a_n \cos n\theta) + (b_n \sin n\theta)]$$

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_0^T V_0(\theta) d\theta \quad a_n = \frac{2}{T} \int_0^T V_0(\theta) \cos n\theta d\theta \quad b_n = \frac{2}{T} \int_0^T V_0(\theta) \sin n\theta d\theta$$

$$b_n = \frac{4}{\pi} \left[\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \sin \theta \cdot \sin n\theta d\theta + \int_{\alpha_3}^{\alpha_4} \sin \theta \cdot \sin n\theta d\theta + \dots + \int_{\alpha_{n-1}}^{\alpha_n} \sin \theta \cdot \sin n\theta d\theta \right]$$

$$b_1 = \frac{2}{\pi} \left[\theta - \frac{\sin 2\theta}{2} \right]_{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots}^{\alpha_2, \alpha_4, \alpha_6, \dots}$$

$$b_3 = \frac{2}{\pi} \left[\frac{\sin 2\theta}{2} - \frac{\sin 4\theta}{4} \right]_{\alpha_1, \alpha_3, \alpha_5, \dots}^{\alpha_2, \alpha_4, \alpha_6, \dots} \quad b_5 = \frac{2}{\pi} \left[\frac{\sin 4\theta}{4} - \frac{\sin 6\theta}{6} \right]_{\alpha_1, \alpha_3, \alpha_5, \dots}^{\alpha_2, \alpha_4, \alpha_6, \dots}$$

$$b_n = \frac{2}{\pi} \left[\frac{\sin(n-1)\theta}{(n-1)} - \frac{\sin(n+1)\theta}{(n+1)} \right]_{\alpha_1, \alpha_3, \alpha_5, \dots}^{\alpha_2, \alpha_4, \alpha_6, \dots}$$

şekindedir ve çeyrek dalga simetrisinden dolayı $a_n=0$ dır. Dalga şekli $\pi/2$ etrafında simetriktir.AC-AC çeviricide harmonik eliminasyonunun amacı olan; genel denklemde, b_1 temel harmoniğini maksimum yapan ve istenmeyen diğer harmonikleri bastıran anahtarlama açılarının bulunması, çok değişkenli ve çok sınırlayıcı bir optimizasyon problemidir. Bunun çözümünde GA’ ya dayalı yazılan Matlab programı kullanılacaktır.

4.GENETİK ALGORİTMALAR İLE OPTİMUM ANAHTARLAMA AÇILARININ BELİRLENMESİ

Uygunluk fonksiyonu=1.harmoniğin mutlak değeri – elenmesi istenen diğer harmoniklerin toplamının mutlak değeri+uygunluk fonksiyonunu negatif yapmayacak sayı. olarak alınarak yapılan Matlab programı şu şekilde çalışmaktadır.

-Elimine edilecek harmonik sayısı, Popülasyon sayısı, Maksimum generasyon sayısı, 3 ve 3’ün katı harmoniklerin elimine edilip edilmeyeceği, Elimine edilecek harmonik sayısından kaç fazla açı alınarak eliminasyon yapılacağı, 3. harmonikten itibaren harmonik katsayıları, Grafik ve değer olarak kaç harmoniğin görülmek istendiği, değerleri girilir.

-Başlangıç generasyonu için popülasyon sayısı kadar ayrı ayrı, (rastgele olarak, elimine edilecek açı sayısından kaç fazla açı alınacak kadar) 0 ile 90 arasında sayı üretilir. Her popülasyon için ayrı olarak üretilen bu rastgele açı değerleri b_n genel denklemde yerine konarak harmonikler hesaplanır. Uygunluk ve uygunluk ortalaması hesaplanır. Ölçeklenmiş uygunluklar ve bunlara göre kopya sayıları hesaplanır.

-Hesaplanan kopya sayılarına göre en iyi açılar ikili sayılara dönüştürülür. Belirli bir kurala bağlı olarak(Popülasyon sayısı 10 ise, 1-10, 2-9, 3-8, 4-7, 5-6 popülasyonlar arasında çaprazlama) başlangıç generasyonundaki açı değerleri çaprazlanır. Burada maskeli çaprazlama yöntemi uygulanmıştır. Bu yönteme göre rasgele 0 ile 90(bu probleme göre) arasında bir sayı üretilir. Bu sayı ikilik tabana çevrilir. Bu maske sayının ikilik tabanda 1 olan yerlerine karşılık düşen, çaprazlanacak sayıların o bitleri yer değiştirilir. Çaprazlama işlemi ikilik sayıların tam kısımlarına ayrı, ondalık kısımlarına da ayrı olarak uygulanmış ve çaprazlama neticesinde tam ve ondalıklı kısımlar birleştirilmiştir.

-Generasyon sayısı, maksimum generasyon sayısından küçükse, generasyon sayısı bir artırılır ve çaprazlama sonucunda oluşan yeni açı değerleri ikilikten tekrar ondalık sayılara dönüştürülür. Bu yeni değerlere göre yeni harmonikler ve yeni uygunluklar hesaplanır. Çaprazlama neticesinde hesaplanan yeni açı değerleri 90’dan büyük olursa bunların yerine rastgele 0-90 arasında değer üretilir.(0-90 arasındaki sayılar ikilik sistemde 7 bit ile ifade edilmektedir.90 sayısı=1011010 Burada 0 olan bitlerden biri 1 olursa sayı 90’dan büyük olacaktır.)

-Önceki hesapladığımız uygunluklar ile, çaprazlama neticesinde hesapladığımız her popülasyonun ayrı ayrı uygunluğu kıyaslanıp uygunluğu en büyük olan popülasyonların açıları seçilir. Bu popülasyonların uygunluk ortalaması hesaplanır.Bu uygunluk ortalaması, önceki uygunluk ortalamasından küçük veya eşitse(çaprazlama neticesinde bir başarı sağlanamamışsa) mutasyon işlemine geçilir. En son elde edilen açılar tekrar ikilik sayıya çevrilir. Son açılar rastgele seçilen bir biti mutasyona uğratarak, yeni açılar elde edilir. Mutasyon sonucunda oluşan yeni açılara göre yeni uygunluklar hesaplanır. Bu yeni

uygunluklar eski uygunluklardan büyükse her büyük olan uygunluğun kendi popülasyonuna açıları seçilir.

-Generasyon sayısı maksimum generasyon sayısından büyükse tüm generasyonlardaki uygunluğu en büyük olan açılar seçilir. Bu en iyi açılara göre kaç harmonik görülmek isteniyorsa, hesaplanır ve genlik spektrumu çizilir[6]. Programda ayrıca bastırılacak harmoniklere ağırlıklar vermek te mümkündür. Bu ağırlıklar uygun seçilerek her bir harmonik istenilen derecede bastırılabilir veya istenilen değerde tutulabilir.

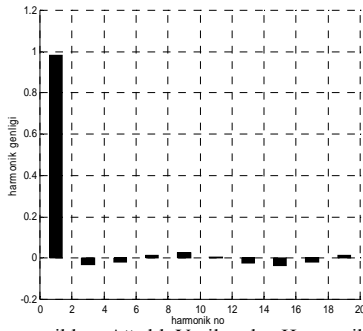
4.1 Harmonik Eliminasyonunda Bastırılacak Harmoniklere Verilen Ağırlıkların Etkisi

30 popülasyonla, 3.harmonikten itibaren tüm harmonik ağırlıkları 1 verilerek, 3.,5.,7.,9.,11. harmoniklerin 30 generasyonda elimine edildiği anahtarlama açıları aşağıdaki gibi bulunmuştur.

0.6018 3.6620 6.9988 29.1420 31.8874 89.9739

Tablo 1.Harmoniklere Ağırlık Verilmeden Çözüm Harmonikleri ve THD

1.har.	3.har.	5.har.	7.har.	9.har.	11.har.
0.9830	-0.0323	-0.0179	0.0134	0.0249	0.0072
13.har.	15.har.	17.har.	19.har.	THD	
-0.0253	-0.0361	-0.0180	0.0135	0.06	

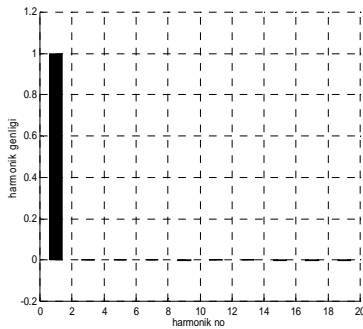


Şekil 5.Harmoniklere Ağırlık Verilmeden Harmonik Eliminasyonu 20 popülasyonla, 3. harmonikten itibaren harmonik ağırlıklarına 1, 0.8, 0.6, 0.3, 0.2 verilerek, 3,5,7,9,11. harmoniklerin 20 generasyonda elimine edildiği anahtarlama açıları aşağıdaki gibi bulunmuştur.

3.3002 29.4443 29.4558 46.8508 46.8737 89.9945

Tablo 2.Harmoniklere Ağırlık Verilerek Çözüm Harmonikleri ve THD

1.har.	3.har.	5.har.	7.har.	9.har.	11.har.
0.9995	-0.0005	-0.0003	-0.0002	-0.0010	-0.0008
13.har.	15.har.	17.har.	19.har.	THD	
-0.0008	-0.0010	-0.0018	-0.0013	0.002	



Şekil 6.Harmoniklere Ağırlık Verilerek Harmonik Eliminasyonu 3. ve 5. harmoniklere en büyük ağırlıklar verilerek; 3. harmonik 0.0323'den 0.0005'e, 5. harmonik te

0.0179'den 0.0003'e düşürülmüştür. Bu ağırlıklarla beraber 1.harmonik genliği de 0.9830'dan 0.9995'e artmıştır. THD da 0.06' dan 0.002' e düşmüştür. Harmonik bozulma daha azdır ve harmoniklerden kaynaklanan kayıp güç daha az olacaktır.

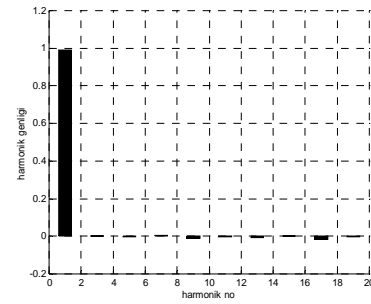
4.2 Anahtarlama Açısı Sayısına Göre Harmonik Eliminasyonu

20 popülasyonla, 3. harmonikten itibaren tüm harmonik ağırlıklarına 1 verilerek, 3.,5.,7. harmoniklerin, 30 generasyonda elimine edildiği anahtarlama açıları aşağıdaki gibi bulunmuştur.

5.7869 44.9944 45.3095 89.8111

Tablo 3.1 Fazla Açılı Alarak Bulunan Çözüm Harmonikleri ve THD

1.har.	3.har.	5.har.	7.har.	9.har.	11.har.
0.9918	-0.0006	-0.0028	0.0047	-0.0114	-0.0034
13.har.	15.har.	17.har.	19.har.	THD	
-0.0053	0.0024	-0.0133	-0.0048	0.02	



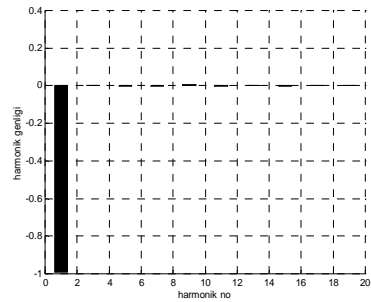
Şekil 7.1 Fazla Açılı Alarak Harmonik Eliminasyonu

Diğer değerler aynı şekilde girilip sadece elimine edilecek harmonik sayısından 2 fazla(5) açılı alınarak eliminasyon yapıldığında anahtarlama açıları:

45.7908 46.0601 59.3298 59.5131 89.8856

Tablo 4.2 Fazla Açılı Alarak Bulunan Çözüm Harmonikleri ve THD

1.har.	3.har.	5.har.	7.har.	9.har.	11.har.
-0.9913	0.0005	-0.0039	-0.0023	0.0063	-0.0033
13.har.	15.har.	17.har.	19.har.	THD	
0.0017	-0.0042	0.0030	0.0021	0.01	



Şekil 8.2 Fazla Açılı Alarak Harmonik Eliminasyonu

Elimine edilecek harmonik sayısından 2 fazla anahtarlama açısı alınarak yapılan uygulamada görüldüğü gibi GA, farklı anahtarlama açılarıyla başarılı bir eliminasyon yapmıştır. Daha az anahtarlama açısıyla yapılan eliminasyon işleminde görüldüğü gibi THD çok düşüktür ve birinci harmoniğin genliği de daha büyük bulunmuştur. Bu nedenle anahtarlama sayısının artırılmasına gerek yoktur.Dolayısıyla anahtarlama kayıpları azalacaktır.

Böylece kullanılacak mikroişlemcinin de işlem kapasitesi artmayacak, hızı yavaşlamayacaktır. GA, elimine edilecek harmonik sayısından 1 fazla açılı olarak başarılı eliminasyon yaptığına göre anahtarlama açılı sayısının artırılmasına gerek olmadığı gibi, anahtarlama kayıplarının daha az olmasını sağlayacağından daha da avantajlıdır.

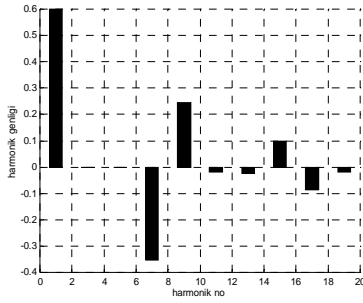
4.3 Harmonik Eliminasyonunda Newton-Raphson Yöntemi İle GA' ların Karşılaştırılması

[7] tarafından 4 açılı ile 3. ve 5. harmoniklerin elimine edilmek istendiği anahtarlama açılı yerleri Newton-Raphson Yöntemi ile şu şekilde bulunmuştur.

29.6087 57.8159 76.2333 90. Burada 1.harmonik değeri başlangıçta 0.6 olarak sınırlandırılmış ve bir açılı da 90 da hazır tutulmuştur.

Tablo 5. Newton Raphson Yöntemi Çözüm Harmonikleri ve THD

1.har.	3.har.	5.har.	7.har.	9.har.	11.har.
0.6	0	0	-0.3527	0.2441	-0.0195
13.har.	15.har.	17.har.	19.har.	THD	
-0.0240	0.0975	-0.0850	-0.0184	0.75	

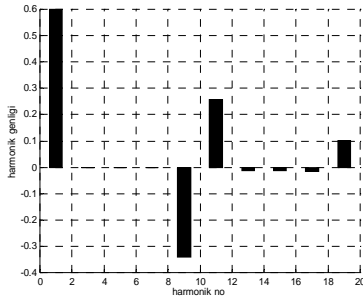


Şekil 9. Newton Raphson Yöntemiyle Harmonik Eliminasyonu GA' lar ile 20 popülasyonla, 3.harmonikten itibaren tüm harmonik ağırlıkları 1 verilerek, 3.ve 5. harmoniklerin 4 açılı ile 20 generasyonda elimine edildiği anahtarlama açılıları:

23.6230 46.1403 60.8137 82.7065

Tablo 6. GA' lar Yöntemi Çözüm Harmonikleri ve THD

1.har.	3.har.	5.har.	7.har.	9.har.	11.har.
0.6	0	0	0	-0.3419	0.2582
13.har.	15.har.	17.har.	19.har.	THD	
-0.0118	-0.0138	-0.016	0.1003	0.73	



Şekil 10. GA' lar Yöntemiyle Harmonik Eliminasyonu

İdeal sonuç, düşük dereceli harmoniklerin tamamen süzülmesi ve sadece bir temel bileşenin kalmasıdır. Yüksek dereceli harmoniklerin filtreleme elemanı ile bastırılabilmesi daha kolaydır. GA' da 7. harmonik te tamamen bastırıldığından avantajlıdır.

Aynı problem GA ile 3 açılı ile de çözdürülmüş ve şu açılılar elde edilmiştir: 35.3228 53.6460 80.9246

Tablo 7.3 açılı olarak GA' lar İle Çözüm Harmonikleri ve THD

1.har.	3.har.	5.har.	7.har.	9.har.	11.har.
-0.6	0	0	-0.3237	0.2802	-0.0032
13.har.	15.har.	17.har.	19.har.	THD	
-0.0037	-0.1113	0.0732	-0.0099	0.74	

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, karışık ve çok sayıda lokal optimumların olduğu çözüm bölgelerinde global optimumu bulmak için kullanılan rasgele arama tekniğine dayalı GA' lar yardımı ile AC-AC Çeviricilerin Harmonik Eliminasyonunda optimum anahtarlama açılılarının bulunması ve yöntemin başarısının belirlenmesi amaçlandı. Newton Raphson Yöntemi ile önceden çözülen bir Harmonik Eliminasyonu problemi GA ile de çözümlenerek, GA ile bulunan sonucun THD' nun daha düşük olduğu görülmüştür. Aynı problem GA ile 4 açılı yerine 3 açılı ile de çözdürülmüş ve başarılı sonuç alınmıştır. Böylece anahtarlama sayısının artmasına gerek olmadığı tespit edilmiştir. Bu sayede anahtarlama kayıpları azalacaktır. Ayrıca Newton Raphson yönteminde başlangıç değerlerinin iyi seçilmesi zorunluluğu varken, GA' lar hangi başlangıç değerleri olursa olsun optimum çözüme ulaşır. Newton Raphson Yönteminde bir açılı değeri önceden 90 olarak alınmıştır. GA' da böyle bir önceden kabul yapılmamıştır. Hazırlanan program ile kullanıcı, harmoniklerin hangilerinin ne kadar ağırlıkta bastırılması gerektiğini seçebilir. Ayrıca eliminasyon işleminde anahtarlama açılı sayısı da seçilebilir. Anahtarlama açılı sayısının artırılmasının eliminasyon işleminde önemli bir avantaj sağlamadığı, aksine dezavantajlı durumlara sebep olduğu irdelenmiştir. Ayrıca program 3 ve 3' ün katı harmoniklerin elimine edilip edilmemesi seçeneğini de sunar. Çünkü 3 fazlı sistemlerde 3 ve 3' ün katı harmonikler yük üzerinde görünmediğinden harmonik akım akıtmazlar.

KAYNAKLAR

- [1]-Yiu-Wing Leung, IEEE and Yuping Wang, An Orthogonal Genetic Algorithm With Quantization for Global Numerical Optimization, IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Vol 5, No.1, February 2001
- [2]-Cao Y.J., Wu Q.H., Shimmin D.W., Study Of Initial Population Evolutionary Programming, ECC97 Conferences
- [3]-İnce, M.C., Genetik Algoritma ile Optimizasyon İçin Bir Fortran Bilgisayar Programı, 4. Bilgisayar-Haberleşme Sempozyumu, pp.107-110, Bursa, 1996
- [4]-Argın M., Kocatepe C., Harmonik Filtrelerin Tasarımında Ekonomik Yaklaşımlar, Eleco 2000, Elektrik - Elektronik - Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, pp.191-196, Bursa, 2000
- [5]-Tatar, Y., Sayısal İşaret İşlemci Temelli Darbe Genişlik Modülasyonlu Frekans Eviricisi ile Sincap kafesli Asenkron Motor Kontrolü İçin İşaret Üretimi, Doktora Tezi, F.Ü., Elazığ 1994.
- [6]-Gürsu, B., Genetik Algoritmalar İle DC-AC Çeviricilerde Harmonik Eliminasyonu, Yüksek Lisans Tezi, F.Ü., Elazığ, 2002
- [7]-Ayhan, F., Tek Fazlı Direkt AC-AC Çeviricilerde Harmonik Eliminasyonu, Yüksek Lisans Tezi, 2001