

BAZI GÜÇ KALİTESİ BOZUNUMLARININ BELİRLENMESİNDE ÇARPIKLIK VE BASIKLIK KATSAYILARI İLE DALGACIK KATSAYILARINDAN ENERJİ YÖNTEMİYLE ÖZELLİK ÇIKARIMI YÖNTEMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

¹Çağrı ARIKAN, ²Muammer ÖZDEMİR

¹Yıldız Teknik Üniversitesi

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi

¹carikan@yildiz.edu.tr, ²ozdemirm@omu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, güç kalitesi bozunumlarından gerilim çökmesi, gerilim yükselmesi ve geçici olayın birbirinden ayırt edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla ilk olarak istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Daha önceki çalışmalarda, çarpıklık ve basıklık katsayılarının elde edilmesi için oluşturulan güç kalitesi bozunumları gerilimin sıfır geçişlerinde oluşturulmuştur. Pratikte bozunumların bu noktada oluşmasının bir garantisi yoktur. Bu nedenle bu bildiriye bozunumlar birbirinden farklı özellikler gösteren sekiz farklı noktada (sinüs 0,45, 90, 135, 180, 225, 270, 315 dereceyi tamamladıktan sonra) oluşturulmuşlardır. Oluşturulan işaretlerin bölgesel pencereler içerisinde çarpıklık ve basıklık katsayıları hesaplanmıştır. Bir dönem uzunluğunda seçilen kayan bir pencere süresince çarpıklık ve basıklık katsayıları elde edilmiştir. Bu istatistiksel yöntemin bu bildiriye ele alınan güç kalitesi olaylarında bozucunun oluşum yerine göre farklı sonuçlar verdiği dolayısıyla sağlıklı sonuçlar vermediği gözlemlenmiştir. Bu nedenle ikinci aşamada oluşturulan işaretlerin analizlerinde Daubechies – 4 ayrık dalgacık dönüşümü kullanılmıştır. Farklı çözünürlük seviyelerindeki bozunuma uğramış işaretin enerji dağılım özelliklerini çıkarmak için Parseval Teoremi dalgacık katsayılarına uygulanmıştır. Bu yöntemle oluşturulan üç farklı bozunumun enerji dağılım özelliklerine bakarak görsel olarak birbirinden ayırt edilebileceği gözlemlenmiştir. Oluşturulan bozunumlar için hangi enerji seviyesi önem kazanıyorsa o bozunuma ait enerji seviyesinin yukarıda belirtilen sekiz farklı noktadaki değişimine bakılmıştır ve bu yöntemin sağlıklı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Güç kalitesi, dalgacık dönüşümü, enerji dağılım özelliği, Parseval teoremi, çarpıklık ve basıklık katsayıları

1.Giriş

Güç kalitesi problemi son yıllarda araştırmacıların ilgi odağı haline gelmiştir. [1] Güç kalitesi problemi kullanıcı cihazlarının yanlış veya hatalı çalışmasına yol açan gerilim, akım veya sıklık değişiminden

kaynaklanan güç problemidir. [2] Güç kalitesi problemlerinin ilgi odağı haline gelmesinin asıl nedeni ekonomik nedenlerdir. Endüstride otomasyonun artması ve daha modern cihazların kullanılmaya başlanmasıyla güç kalitesine olan ilgide artmıştır. [2] Güç kalitesi bozunumları, yüklerde arıza, kararsızlık ve kısa ömür gibi birtakım problemleri beraberinde getirmektedir. [3] Güç kalitesini düzeltmek için gerekli önlemleri almadan önce, bu tür bozucuların kaynakları ve sebepleri bilinmelidir. Eğer bozucular doğru olarak sınıflandırılabilirlerse bozucuların etkileri belirlenebilir ve bozucuların kaynağı analiz edilebilir. Böylece o tür bozunmaya ilişkin önlemler alınabilir. [4]

Bu çalışmada, MATLAB’ da ilk olarak üç farklı bozunum (gerilim yükselmesi, gerilim çökmesi, ve geçici olay içeren gerilim) gerilimin sıfır geçişlerinde MATLAB’da oluşturulmuştur. Pratikte bozunumlar gerilim değişiminin herhangi bir anında olabilir. Bu nedenle kullanılan yöntemin bozunumun oluşum yerine göre farklı sonuçlar verip vermediğini anlayabilmek amacıyla birbirlerinden farklı özellik gösteren sekiz farklı noktada (gerilimin 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° ve 315° geçişlerinde) bozunumlar oluşturulmuştur. Örneklem sıklığı 12.8 kHz alınmıştır. Toplam yedi dönemlik bir çalışma aralığı kabul edilmiş olup yedi dönemin ilk ikisi sağlıklı, sonra gelen üç dönem bozunum içeren (gerilim yükselmesi, gerilim çökmesi ve geçici olay içeren işaretten herhangi biri), daha sonra gelen iki dönem de yine sağlıklı olarak kabul edilmiştir. Şekil 1, 2, 3 ile verilen çarpıklık ve basıklık katsayı şekillerinde sırasıyla 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° ve 315°’lik açılarla tanımlanan gecikmelerle bozunumlar oluşturulmuştur. Gerilim değişiminin farklı anlarında oluşturulan bozunumların çarpıklık ve basıklık katsayıları bir dönem uzunluğunda seçilen kayan bir pencere süresince hesaplanmıştır. Oluşum yerleri farklı olan bu bozunumlardan elde edilen çarpıklık ve basıklık katsayılarını birbirleriyle karşılaştırabilmek amacıyla her bir bozunum için yedi dönem olarak kabul edilen çalışma aralıkları aynı eksen üzerinde oluşturulmuştur. Ancak bu yöntemin oluşturulan bozunumların oluşum yerinden etkilendiği dolayısıyla sağlıklı sonuçlar vermediği gözlemlenmiştir.

Bu nedenle daha sonra Daubechies-4 ayrık dalgacık dönüşümü kullanılmıştır. Dalgacık dönüşümünden elde edilen detay katsayıları oluşturduğumuz bozunumlarla ilgili önemli bilgileri içerdiği için bu katsayılar özellik vektörü olarak kullanılmıştır. Farklı çözünürlük seviyelerindeki bozunuma uğramış işaretin enerji dağılım özelliklerini çıkarmak için Parseval Teoremi dalgacık katsayılarına uygulanmıştır. Bu yöntemle oluşturulan üç farklı bozunumun enerji dağılım özelliklerine bakarak görsel olarak birbirinden ayırt edilebileceği gözlemlenmiştir. Daha sonra her bir bozunum yukarıda belirtilen sekiz farklı noktada oluşturulmuş ve enerji dağılım özellikleri çıkarılmıştır. Oluşturulan bozunumlar için hangi enerji seviyesi veya enerji seviyelerinin önemli olduğuna Çizelge 1'e bakarak karar verilmiştir. Bozunumların farklı noktalarda oluşturulmalarından elde edilen o bozunum için önemli olan enerji seviyesinin değişimlerine bakılmıştır. Yapılan analizlerden geçici olay için önemli olan enerji seviyesinin bozucunun oluşum yerinden etkilenmediği, gerilim çökmesi ve gerilim yükselmesi için önemli olan enerji seviyelerinde belirgin bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir.

2. İstatistiksel Yöntem

Bilindiği gibi enerji iletim ve dağıtım hattı işaretlerinde gürültü de yer almaktadır. Eklenen gürültülerle beraber işaretin Gauss dağılımı göstermesi beklenebilir. Herhangi bir bozunum olmadığında varyansı düşük Gauss karakteristiği gösteren işaret, herhangi bir bozunum olduğunda öncelikle varyansı yüksek bir dağılım göstermekte ve Gauss dağılımından sapmaktadır. Literatürde histogram testinin uyumu (fit test), Hinich test ve istatistiksel karakterizasyon gibi Gauss dağılımına benzerlik testi için pek çok yöntem önerilmiştir. [5] Gerçek simetrik Gauss dağılımı gösteren sistemlerde çarpıklık (skewness) ve dolayısıyla 3. momentin kendisi ve Fourier dönüşümü sıfırdır. [6] Bu çalışmada kaydırılan pencere yöntemi ile istatistiksel analiz yapılmıştır. 1 dönem uzunluğunda seçilen kayan bir pencere süresince hesaplanan yerel istatistiksel parametreler güç kalitesi olaylarını genliklerindeki belirgin değişimlerle belirlemekte ve zaman içindeki anımı da belirlemektedirler. İstatistiksel analiz açısından ele alınan gerilim yükselmesi, gerilim çökmesi, harmonik içeren işaret, geçici olay içeren işaret ve kırışıklık işaretlerin her birinin sırasıyla ortalama değer (μ); standart sapma (σ); çarpıklık (c); basıklık (k) katsayıları hesaplanmış olup, bu işaretlerin her bir x_i elemanı ve 1 dönem uzunluğunda seçilen her bir kayan pencereye ait veri sayıları (N) göz önüne alındığında hesaplanacak terimler aşağıdaki eşitliklerle verilebilir. Burada ortalama değer:

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

olup aritmetik ortalamadır. Standart sapma değeri:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2} \quad (2)$$

Çarpıklık katsayılarının hesabında Gamma 1 istatistiği kullanılmıştır. Dağılımın simetri bozukluğunu gösteren çarpıklık (skewness) katsayısı ise:

$$c = \frac{\sum_{i=1}^N (x(i) - \mu)^3}{N\sigma^3} \quad (3)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Benzer şekilde maksimum değerinin keskinliğini tanımlayan basıklık (kurtosis) terimi ise denklem (4)'teki gibi hesaplanır. [7]

$$k = \frac{\sum_{i=1}^N (x(i) - \mu)^4}{N\sigma^4} \quad (4)$$

Dolayısıyla herhangi bir güç kalitesi bozunumu olduğunda işaretin istatistiksel olarak Gauss dağılımından sapması beklenmektedir. Bu da hem çarpıklık hem de basıklık değerinin hiç bozunum yokken ki durumundan farklı olacağı anlamına gelmektedir.

3. Enerji Yöntemiyle Özellik Çıkarımı

Parseval teoremine göre, 1Ω luk direnç üzerinden akan akım ayrık bir $f(n)$ işareti olarak düşünüldüğünde direncin üzerinde harcanan enerji sıklık bölgesinde Fourier dönüşümünün spektrum katsayılarının karelerinin toplamına eşittir [4].

$$\frac{1}{N} \sum_n |f(n)|^2 = \sum_k |a_k|^2 \quad (5) [4,8]$$

(5) eşitliğinde N örnekleme dönemini, a_k ise Fourier dönüşümünün spektrum katsayılarını göstermektedir [4, 8]. Bu teoremi (5) eşitliğini kullanarak ayrık dalgacık dönüşümüne uyguladığımızda eşitlik (6) elde edilir:

$$\frac{1}{N} \sum_t |f(t)|^2 = \frac{1}{N_J} \sum_k |a_J(k)|^2 + \sum_{j=1}^J \left(\frac{1}{N_J} \sum_k |d_J(k)|^2 \right) \quad (6)$$

[4, 8] Bu denklem ile bozunuma uğramış işaretin enerjisi elde edilmektedir [8]. (6) eşitliğinin sağındaki ilk terim ayrıştırılmış işaretin yaklaşım seviyesini, ikinci terim ise ayrıştırılmış işaretin detay seviyesini belirlemektedir. Bozunuma uğramış işaretin ayrıntı seviyelerinin enerji dağılımını veren ikinci terim güç kalitesi bozunumlarına ait özellikleri çıkarmak için kullanılacaktır [4, 8]. Bu süreç matematiksel olarak (7) eşitliğiyle açıklanabilmektedir[8]:

$$P_J = \frac{1}{N_J} \sum_k |d_{J,k}|^2 = \frac{\|d_J\|^2}{N_J} \quad (7)$$

(7) eşitliğinde, $\|d_J\|$, d_J katsayılarının normalize edilmiş halidir. Bu çalışmada da Daubechies-4 dalgacık fonksiyonu kullanılmıştır.

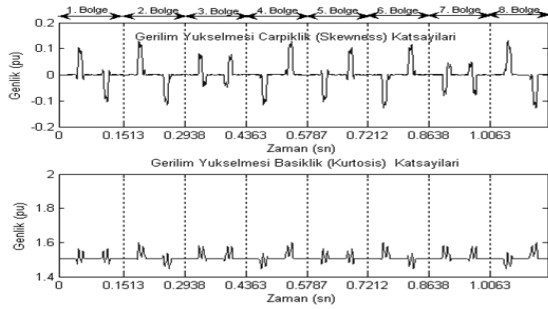
(7) Eşitliği (8) eşitliği yardımıyla normalize edilmektedir.

$$P_J^D = (P_J)^{1/2} \quad (8)$$

4. Güç Kalitesi Bozunumlarının İstatistiksel Yöntemle Analizi

4.1 Farklı Noktalarda Oluşturulan Gerilim Yükselmesi İşaretinin İstatistiksel Yöntemle Analizi

Şekil 1’ de gösterilen 1. Bölge iki dönem sağlıklı sinüse, sinüsün sıfır geçiş noktasında oluşturulan ve üç dönem boyunca süren gerilim yükselmesi, daha sonra yine iki dönemlik sağlıklı sinüse ait çarpıklık ve basıklık katsayılarının şekli göstermektedir. 1. Bölgede gerilim yükselmesinin oluşturulduğu anda çarpıklık katsayısında yükselme, yine bozunumun bitirildiği anda çarpıklık katsayısında azalma görülmektedir. 1. Bölge referans olarak alınır ve diğer bölgelerde oluşturulan gerilim yükselmesi içeren işaretlerle karşılaştırılırsa, 90^0 , 135^0 , 180^0 , 225^0 , 270^0 ’de gerilim yükselmelerinin oluşturulduğu sırasıyla 3. Bölge, 4. Bölge, 5. Bölge, 6. Bölge ve 7. Bölgede elde edilen çarpıklık ve basıklık katsayılarının referans olarak alınan 1. Bölgedeki gibi çıkmadığı görülür. Gerilim yükselmesi için elde edilen çarpıklık ve basıklık katsayıları yükselmenin başladığı ve bitirildiği noktalara bağlı olduğu görülmektedir.

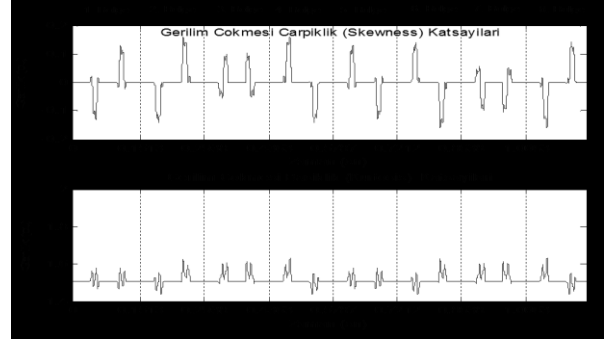


Şekil 1: Farklı açılara sahip gerilim yükselmesi içeren işaretin çarpıklık ve basıklık katsayıları

4.2 Farklı Noktalarda Oluşturulan Gerilim Çökmesi İşaretinin İstatistiksel Yöntemle Analizi

Şekil 2’ de gerilim çökümünün sinüsün sıfır geçiş noktasında oluşturulması sonucu elde edilen çarpıklık ve basıklık katsayılarını gösteren 1. Bölgede gerilim çökümünün oluşturulduğu anda çarpıklık katsayısında azalma, gerilim çökümü bitirildiği anda ise çarpıklık katsayısında yükselme görülmektedir. Şekil 2’ de 1. Bölgede elde edilen çarpıklık katsayıları Şekil 1’ de gerilim yükselmesi için yine aynı bölgede elde edilen çarpıklık katsayılarının mutlak değerinin alınmış şekli gibidir. Ancak aynı bölgede elde edilen basıklık katsayıları karşılaştırılırsa bunların birbirine benzediği dolayısıyla ayırt edici özellik taşımadığı görülmektedir. Bu nedenle gerilim çökmesi ve gerilim yükselmesi içeren işaretlerde farklı

bölgelerden elde edilen çarpıklık katsayıları 1. Bölge ile karşılaştırılmıştır.

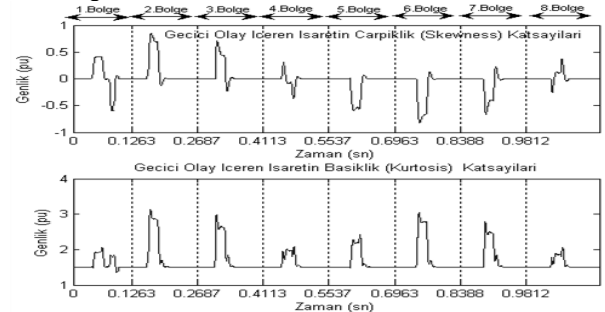


Şekil 2: Farklı açılara sahip gerilim çökmesi içeren işaretin çarpıklık ve basıklık katsayıları

Şekil 2’ de 1. Bölgede elde edilen çarpıklık katsayılarının değişim biçimi diğer bölgelerle karşılaştırıldığında, sırasıyla bozunumların 90^0 , 135^0 , 180^0 , 225^0 , 270^0 derecelerde oluşturulduğu bölgeleri tanımlayan 3. Bölge, 4. Bölge, 5. Bölge, 6. Bölge ve 7. Bölgede referans olarak alınan 1. Bölgeden farklı çıktığı görülür. Gerilim yükselmesinde de olduğu gibi gerilim çökmesi için de elde edilen çarpıklık ve basıklık katsayıları çökmenin başladığı ve bitirildiği noktalara bağlı olduğu görülmektedir. Şekil 1 ve Şekil 2’ ye bakıldığında her iki şekildeki 3. ve 7. bölgede elde edilen çarpıklık katsayılarının şekli hemen hemen aynıdır. O yüzden gerilim yükselmesi ve çökmesi için elde edilen çarpıklık ve basıklık katsayıları ayırt edici özellik taşımamaktadır.

4.3 Farklı Noktalarda Oluşturulan Geçici Olay İçeren İşaretin İstatistiksel Yöntemle Analizi

1.5 pu genlikli 4 kHz sıklığa sahip geçici olay, sinüsün 0^0 , 45^0 , 90^0 , 135^0 , 180^0 , 225^0 , 270^0 , 315^0 lerinde oluşturulmuş ve sekiz farklı bölgede oluşturulan geçici olayların her biri 30 ms sürmüştür. Şekil 3’te sekiz bölgede oluşturulmuş olan geçici olay içeren işaretlerin çarpıklık ve basıklık katsayılarının şekilleri görülmektedir. 1. Bölgede oluşturulan geçici olay içeren işaretin çarpıklık ve basıklık katsayıları referans olarak alınıp diğer bölgelerde elde edilen çarpıklık ve basıklık katsayıları ile karşılaştırılırsa her bir bölgede elde edilen çarpıklık ve basıklık katsayılarının birbirinden farklı çıktığı görülür. O halde geçici olaylar için elde edilen çarpıklık ve basıklık katsayıları tıpkı gerilim yükselmesi ve gerilim çökümünde olduğu gibi bozunumun oluşum yerine göre farklılık göstermektedir.



Şekil 3: Farklı açılara sahip geçici olay içeren işaretin çarpıklık ve basıklık katsayıları

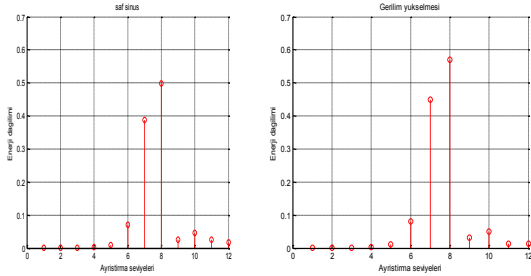
5. Güç Kalitesi Bozucularının Enerji Yöntemiyle Özellik Çıkarımı

MATLAB ortamında ilk olarak gerilim yükselmesi, gerilim çökmesi ve geçici olay içeren gerilim sinüsün sıfır geçiş noktasında oluşturulmuştur. Örnekleme sıklığı 12.8 kHz alınmıştır. Her bir bozunum işareti 12 seviye olarak Daubechies-4 ayrık dalgacık süzgeci ile ayrıştırılarak detay katsayılarına ait enerji dağılımları elde edilmiştir. Bozunum işaretlerinden elde edilen enerji dağılımlarını ayırt edebilmek amacıyla referans olarak saf sinüs işaretinin enerji dağılımı alınmıştır. Dalgacık dönüşümünün çok çözünürlük ayrışımındaki sıklık bantlarının aralıkları Çizelge 1’de verilmektedir.

Çizelge 1: Çok çözünürlük ayrışımındaki sıklık bant aralıkları

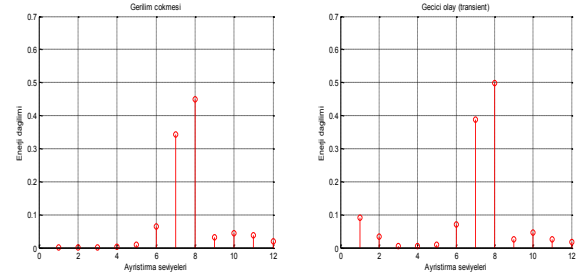
Ayrıştırma	Sıklık Aralığı
d1	3200-6400
d2	1600-3200
d3	800-1600
d4	400-800
d5	200-400
d6	100-200
d7	50-100
d8	25-50
d9	12.5-25
d10	6.25-12.5
d11	3.125-6.25
d12	1.5625-3.125
a12	0-1.5625

Şekil 4 ve 5, güç kalitesi bozunumu içeren işaretlerin enerji dağılım özelliklerini göstermektedir ve hiç bozunum olmayan durumla kıyaslama yapılabilmesi için saf sinüs işaretinin de enerji dağılım özelliği şekil 4 a)’da elde edilmiştir. Her bir bozunum için elde etmiş olduğumuz bu enerji dağılım grafiklerine baktığımızda, gerilim çökmesi ve gerilim yükselmesi işaretlerinin sıklığında herhangi bir değişim olmadığı için, Çizelge 1’ e göre temel sıklık bileşenine yakın seviye değeri olan 7. ve 8. seviyelerde enerji değerleri değişmiştir.



Şekil 4: a) Saf sinüs geriliminin b) Gerilim yükselmesi işaretinin detay katsayılarına ait enerji dağılımı

Referans işaret olarak aldığımız 50 Hz, 1 pu’ lik saf sinüs işaretinin enerji dağılımı ile karşılaştırıldıklarında çökme işaretinin özellikle 7. ve 8. seviye değerindeki belirgin azalış, yükselme işaretinin 7. ve 8. seviyesinde ise belirgin bir artış gözlenmiştir.

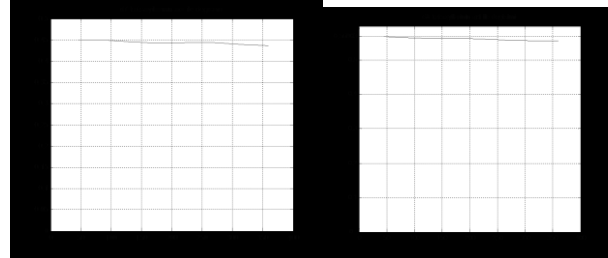


Şekil 5: a) Gerilim çökmesi b) Geçici olay içeren gerilim işaretinin detay katsayılarına ait enerji dağılımı

4 kHz’ lik geçici olaya ait enerji dağılımı incelendiğinde ise yüksek sıklık bileşen aralığını ifade eden özellikle d1 ve d2 katsayılarındaki belirgin artış göze çarpmaktadır. Buraya kadar yapılan çalışmalarda enerji dağılım özelliklerini elde edebilmek için oluşturulan bozunumlar gerilimin sıfır geçişlerinde oluşturulmuştur. Pratikte bozunumların bu noktada oluşmasının garantisi yoktur. Bu nedenle enerji yöntemiyle özellik çıkarım yönteminin bozunumun oluşum yerine göre farklı sonuçlar verip vermediğini anlayabilmek amacıyla birbirlerinden farklı özellik gösterdiği için seçilen sekiz farklı noktada (gerilimin 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° ve 360° geçişlerinde) bozunumlar oluşturulmuştur. Oluşturulan bozunumlar için Çizelge 1’e göre hangi enerji seviyesi veya enerji seviyeleri önem kazanıyorsa o bozunuma ait enerji seviyesinin veya seviyelerinin yukarıda belirtilen sekiz farklı noktadaki değişimine bakılmıştır.

5.1 Farklı Noktalarda Oluşturulan Gerilim Yükselmesi İşareti

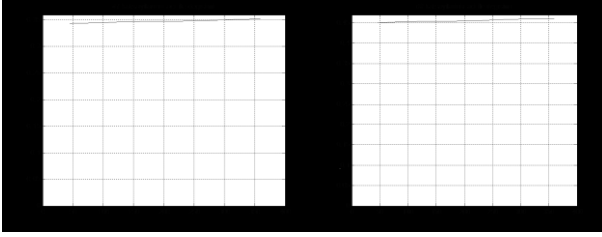
Bilindiği gibi sistemde gerilim yükselmesi olduğunda işaretin sıklığı değişmemekte sadece genliği değişmektedir. Bu nedenle işaret gerilim yükselmesi olduğunda da temel sıklık bileşeninde kalmaktadır. Çizelge 1’ e göre temel sıklık bileşenine yakın seviye değeri olan 7. ve 8. seviyelerdeki enerji değerleri gerilim yükselmesi işareti için önem kazanmaktadır. Bu nedenle birbirinden farklı özellik gösteren sekiz farklı noktada başlatılan gerilim yükselmesi içeren işaretin d7 ve d8 katsayılarının değişimi şekil 6’da görülmektedir.



Şekil 6: MATLAB’ da sırasıyla sinüsün sıfır geçiş noktası dışındaki 8 farklı noktada başlatılan gerilim yükselmesi içeren işaretin d7 ve d8 katsayılarının değişimi

5.2 Farklı Noktalarda Oluşturulan Gerilim Çökmesi İşareti

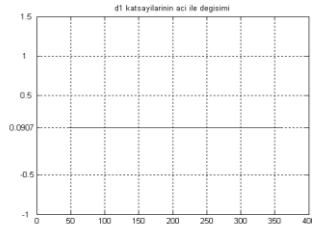
Gerilim çökmesi oluştuğunda işaretin sıklığında herhangi bir değişim olmadığı için Çizelge 1'e göre temel sıklık bileşenine yakın seviye değeri olan 7. ve 8. enerji seviyelerindeki enerji değerleri gerilim çökmesi işareti için önem kazanmaktadır. Bundan dolayı bu yöntemin gerilim çökmesi oluştuğunda bozunumun oluşum yerine göre farklı sonuçlar verip vermediğini anlayabilmek için daha önceden belirtilen sekiz farklı noktadaki d7 ve d8 katsayılarının değişimine bakılmıştır. Bu katsayıların sekiz farklı özellikteki açıya göre değişimi şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7: MATLAB' da sırasıyla sinüsün sıfır geçiş noktası dışındaki 8 farklı noktada başlatılan gerilim çökmesi içeren işaretin d7 ve d8 katsayılarının değişimi

5.3 Farklı Noktalarda Oluşturulan Geçici Olay İçeren İşaret

1.5 pu' lük 4 kHz' lik geçici olay sinüsün 45,90, 135, 180, 225, 270,315 ve 360 derecelerinin tam katlarından geçtiği noktalarda 30 ms boyunca oluşturulmuştur. Çizelge 1'e göre 4 kHz'lik bileşenin devrede olması d1 katsayılarını etkileyeceğinden, bozunumların oluşum yerleri değiştirilip bu katsayının değişimine bakılmıştır. Şekil 8'de d1 katsayılarının geçici olayın farklı açılımlarına göre değişimi verilmektedir.



Şekil 8: MATLAB' da sırasıyla sinüsün sıfır geçiş noktası dışındaki 8 farklı noktada oluşturulan geçici olay içeren işaretin d1 katsayılarının değişimi

6. Sonuçlar

Bu çalışmada gerilim çökmesi, gerilim yükselmesi ve geçici olay içeren güç kalitesi bozunumlarını ayırt edilmeye çalışılmıştır. İlk olarak bu bozunumlara istatistiksel yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemin bozunumların sıfır geçiş noktalarında oluşturulduğunda tatmin edici sonuçlar verdiği ancak bozunumların oluşum yerleri değiştirildiğinde yöntemin sağlıklı sonuçlar vermediği görülmüştür. Bu nedenle bu bozunumların dalgacık katsayılarının enerjilerine

bakılmıştır. Gerilim yükselmesi ve gerilim çökmesinde d7 ve d8 katsayıları önem kazanmaktadır. Gerilim yükselmesi bozunumunda d7 katsayıları 0.43685-0.44948 aralığında %2.809'luk bir değişim gösterirken, d8 katsayıları 0.55677-0.56903 aralığında %2.154' lük bir değişim göstermektedir. Gerilim çökmesi oluşturulduğunda ise d7 katsayıları 0.34888-0.35229 aralığında %0.9679'luk bir değişim gösterirken d8 katsayıları ise 0.45025-0.45955 aralığında %2.023'lük bir değişim göstermektedir. Sistemde 4 kHz' lik geçici olay oluşturulduğunda ise d1 katsayıları önem kazanmaktadır ve bu bozunumun oluşum yeri değiştirildikçe de d1 katsayıları 0.0907 değerinde sabit kalmakta değişim göstermemektedir. Bu yöntemin ise bozunumun oluşum yerinden etkilenmediği gözlemlenmiştir dolayısıyla oluşturulan üç çeşit bozucunun birbirinden ayırt edilebileceği bilgisi elde edilmiştir.

7. Kaynaklar

- [1] Talat, N., İbrahim, W. R., Kusic, L.,G., "New Technique For Categorization of Power Quality Disturbances", Power Quality Conference, August 27-29 2008, Parnu.
- [2] Dugan, R., McGranaghan, M. F., Santoso, S., Beaty, W. H.: "Electrical Power Systems Quality", McGraw Hill Second Edition.
- [3] Zwe-Le Gaing and Hou-Sheng Huang: "Wavelet-Based Neural Network for Power Disturbance Classification", IEEE 2003.
- [4] Uyar, M., Yıldırım, S., Gençoğlu, T., "Güç Kalitesi Bozulmalarının Sınıflandırılmasında Dalgacık Dönüşümüyle Enerji Dağılımına Dayalı Özelliklerin İncelenmesi", Elektrik Elektronik Bilgisayar Biyomedikal Mühendisliği 12. Ulusal Kongre Ve Sergisi, 14-18 Kasım 2007, Eskişehir.
- [5] M. J. Hinich, "Testing For Gaussianity And Linearity Of A Stationary Time Series", Journal Of Time Series Analysis, Vol. 3, pp. 169-176, 1982.
- [6] Ece, D.,G., "Güç Kalitesi Bozucularının Belirlenmesinde Dalgacık Dönüşümünün Başarım Sınaması" ELECO 2007, Aralık, Bursa.
- [7] Akıncı, Ç., T., Taşkın, S., Şeker, S., Kaymaz, H., "Dalgacık Dönüşümü Kullanılarak Bir Yolcu Otobüsü Alternatörünün Sıcaklık Değişiminin İstatistiksel Analizi", ELECO 2006, Aralık, Bursa.
- [8] Zwe-Le Gaing and Hou-Sheng Huang: "Wavelet-Based Neural Network for Power Disturbance Classification", IEEE 2003.