

HARMONİK VE SIÇRAMA İÇEREN ELEKTRİK GÜÇ ŞEBEKESİ GERİLİM İŞARETİNE KİLİTLENMENİN YİNELENEN EN KÜÇÜK KARELER METODUYLA İNCELENMESİ

*H. Hüseyin SAYAN, **İlhan KOŞALAY ve *Cemal YILMAZ

*Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Eğitimi Bölümü Teknikokullar, 06500, Ankara

**Türkiye Radyo Televizyon Kurumu, Bilgi Teknolojileri Dairesi Başkanlığı, Enerji Sistemleri Müdürlüğü, 06540, Ankara

Geliş Tarihi : 01.08.2008

Kabul Tarihi : 12.03.2009

ÖZET

Bu çalışmada, klasik uyarlanabilir metotlardan Yinelene En Küçük Kareler Metodu (YEKK) kullanılmıştır. Öncelikle YEKK metoduna unutma faktörü algoritması adapte edilmiştir. Geliştirilen yaklaşım kullanılarak bir elektrik güç şebekesinin harmonik ve sıçrama içeren faz gerilim sinyalinin faz bilgileri elde edilerek; gerilim göçmesi, faz kayması ile ani gerilim sıçramaları'na algoritmanın tepkileri incelenmiştir. Benzetim işlemi MATLAB® yardımıyla gerçekleştirilmiş olup benzetim sonuçları ve metodun etkinliği incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler : *Yinelene en küçük kareler metodu, Harmonikli gerilim sinyali, Güç sistemi.*

INVESTIGATION OF TRACKING OF VOLTAGE SIGNAL CONTAINING HARMONICS AND SPIKE BY USING RECURSIVE LEAST SQUARES METHOD

ABSTRACT

In this study, recursive least squares method (RLSM) that is one of the adaptable classical methods was used. Firstly forgetting factor was adapted to RLSM. Phase information of voltage signal belonging to an electric power network that contains harmonics and spike was obtained by developed approach. Then responses of the algorithm were investigated for voltage collapse, phase shift and spike. Simulation was implemented by using MATLAB® code. Results of simulation were examined and efficiency of method was presented.

Keywords : *Recursive least squares method, Voltage signal with harmonic, Power system.*

1. GİRİŞ

Elektrik şebekelerinde sistem geriliminde olabilecek gerilim göçmeleri, ani faz açısı kaymaları, frekans değişimleri ve benzeri hallerde, müdahale ve kontrol açısından faz bilgilerinin hesaplanması bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmaktadır. Güç ve kontrol sistemlerinde, filtre ile bazı sistem elemanlarının faz

kaymaları meydana getirdiğini bilinmektedir (Song v.d., 2002). Bu tür olaylara bağlı olarak yavaş sistem tepkileri ve bazı cihazlarda kritik zamanlama hataları meydana gelebilmektedir. Ölçme gürültülerine duyarlı yapılar oluşturmak ve hızlı faz izleme isteklerinin her ikisini aynı anda gerçekleştirmek zordur. Faz bilgilerinin elde edilmesi ve bu faz bilgilerinin darbe genlik modülasyonu (PWM) doğrultucuları, aktif güç

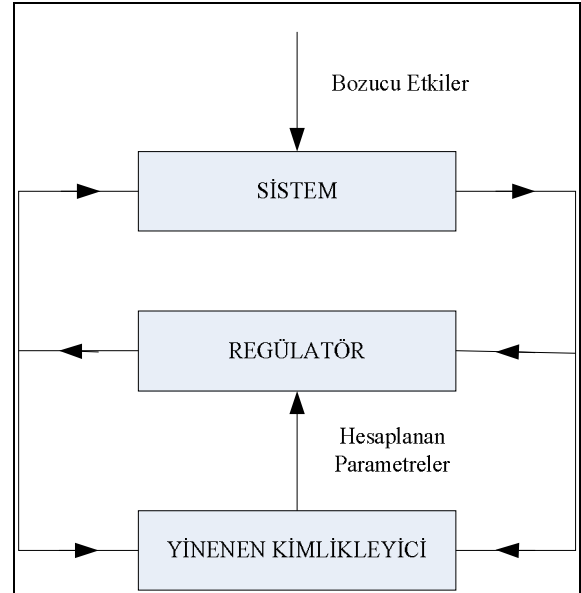
filtreleri, kesintisiz güç kaynakları (UPS), aktif-reaktif güç kontrolü yapan sistemler gibi daha pek çok kontrol sisteminde kullanılması gereği bu konudaki çalışmaları artırmıştır (Song v.d., 2002). Bazı çalışmalarda, faz bilgilerinin dijital işaret işlemciler kullanılarak elde edilebileceği ve bu bilgilerin kontrol sistemlerinde kullanılabilceği benzetim çalışması ile gösterilmiştir (Chung, 2000).

Torun gerçekleştirdiği tezinde, uyku elektroensefalografisi (EEG) verilerinin parametre tahminleri için ardışık tahmin yöntemlerini karşılaştırmıştır. Yaptığı çalışmada parametre tahmini için en iyi algoritma yaklaşımını bulmaya çalışmıştır (Torun, 2005). Özer, Sağıroğlu ve Kaplan geliştirdikleri sayısal tabu araştırma algoritmasının performans analizi için yinelenen en küçük kareler (YEKK), en küçük kafes gibi uyarlanabilir klasik metotların yanı sıra yapay sinir ağlarını karşılaştırmıştır. Bu çalışma sonucunda uyarlanabilir klasik metotların performansının diğerlerine göre daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında uyarlanabilir klasik metotların bazı istatistikî değerlerin bilinmesi durumunda sistem modellemesinde oldukça iyi çözümler sunduğunu belirtmişlerdir (Özer v.d., 2004).

Bu çalışmada YEKK metodunun unutma faktörü yaklaşımı kullanılarak bir fazlı harmonik içeren ve ani sıçrama yapan elektriksel gerilim sinyalinin faz bilgilerinin elde edilmesine çalışılmıştır. Elde edilecek faz bilgileri ile izlenen sinyale kilitlenme süreci üzerinde durulmuştur. Kilitlenme süreci, sinyaldeki farklı değişimler ve algoritmanın belirleyici parametreleri için ayrı ayrı incelenmiş olup, YEKK metodunun unutma faktörü yaklaşımı için MATLAB® da bir ara yüz oluşturulmuştur.

Sistem parametrelerinin hesabı için çeşitli kimliklendirme metotları kullanılır. Kimliklendirme metotları, parametre hesaplamalarını zaman içerisinde sürekli tekrar ederek yaparlar. Bunun anlamı, eğer $(t-1)$ artan zamanında bir $\hat{\theta}(t-1)$ tahmininiz varsa bu durumda $\hat{\theta}(t-1)$ in basit bazı modifikasyonları ile $\hat{\theta}(t)$ 'nin hesaplanabilmesidir. Uyarlanabilir sistemler çevre şartlarına göre kendi kendisini en iyiye doğru kanalize edebilen, zamanla değişen sistemlere rahatlıkla uygulanabilen ve yeni durumlara göre kendi kendini ayarlayabilen yapılar oluştururlar. Doğrusal sistemlerde belirli girişlere karşı çıkışın istenen şekilde olması, diğer tür girişlerin uygulandığı durumlarda veya kontrol edilen sistemin zamanla çevre şartlarından etkilenerek özelliklerinin değişmesi durumunda sistemlerin kararsız davranması uyarlanabilir sistemlerde daha az gözlenmektedir. Bu şekilde sistemden beklenen ile elde edilen çıkış arasındaki

fark, uyarlanabilir sisteme giriş olarak verilmektedir. Bu farkın sıfır olması, sistemin arzu edilen şekilde çalışması anlamına gelir. Uyarlanabilir modelleme, sistem parametrelerini, hatayı sıfır yapacak şekilde ayarlamak için kullanılır (Özer v.d., 2004). Şekil 1'de gösterilen uyarlanabilir kontrol sisteminde olduğu gibi uyarlanabilir sistemlerin çoğu yinelenen kimliklendirme metodu temellidir. Zamana bağlı olarak değişen sistem modeli, regülâtörün parametrelerinin belirlenmesinde kullanılır. Bu yolla regülâtör, sistemin önceki davranışına bağımlı olur. Eğer regülâtör dizaynında uygun bir prensip kullanılırsa, regülâtör sistem karakteristiğindeki değişimlere kolaylıkla adapte olur. Bu sistemlerde hata belirleme şemaları çeşitli yollarla yapılabilir. Bunun bir yöntemi, sistemde hata oluştuğunda on-line çıktıdaki hata tanı sistemidir. Hata belirleme, yaygın olarak sistemdeki ani ve beklenmedik değişimleri yakalamak için dizayn edilen gerçek zaman kimliklendirme metotlarında da kullanılır. Bir hata oluştuğu zaman, hata belirleme algoritması sayesinde bu hatanın farkına varılır. Sistem kimliklendirme algoritması kendini değiştirir. Pek çok yinelenen kimliklendirme metodu off-line metotlara yakın olan metotlardan elde edilir. Böylece istenilen seviyede doğruluk için maliyet azaltılmış olur. Bununla beraber kullanıcılar on-line metotlar ile off-line metotlar arasında tercih yapabilirler (Söderström ve Stoica, 1989).



Şekil 1. uyarlanabilir kontrol sistemi.

Uyarlanabilir algoritmalar iki gruba ayrılır. Birinci grup, en küçük ortalamalar karesi algoritmalarına dayalı olan algoritmalar. En küçük ortalamalar karesi algoritması, bir azaltım arama algoritması ile sistem hatasının karesinin ortalamasını minimize eder ve hesap karmaşıklığının az olmasından dolayı

çok popülerdir. Fakat en küçük ortalamalar karesi algoritmalarının yakınsama oranı sisteme ve giriş istatistiklerine bağlıdır. Sistem parametrelerinin tahminindeki düşük yakınsama oranından dolayı en küçük ortalamalar karesi algoritması her zaman tatmin edici çözümler vermemektedir. İkinci grup, hatanın karesinin deterministik toplamını en aza indiren YEKK algoritmasına dayanır. YEKK algoritması, en küçük ortalamalar karesi algoritmasından daha hızlı yakınsama özelliği göstermesine rağmen hesaplama karmaşıklığı fazladır (Özer v.d., 2004).

2. YEKK METODUNDAN UNUTMA FAKTÖRÜ YAKLAŞIMININ ELDE EDİLMESİ

Çıktısı $\{y(t)\}$ olan bir sistemin,

$$y(t) = a_1y(t-1) + a_2y(t-2) + \dots + a_ny(t-n) + v(t) \quad (1)$$

doğrusal fark denklemleri ile modellendiği kabul edilsin. Burada, $\{y(t)\}$ beyaz gürültü sürecini ve $t=1,2,\dots,n$ zaman noktalarını göstermektedir. (1) eşitliğini q^{-1} gecikme işleyici,

$$q^{-1}y(t) = y(t-1) \quad (2)$$

olmak üzere,

$$A(q^{-1})y(t) = v(t) \quad (3)$$

biçiminde yazabiliriz. Burada;

$$A(q^{-1}) = 1 + a_1q^{-1} + \dots + a_nq^{-n} \quad (4)$$

ve n modelin mertebesi, a_1, \dots, a_n modelin bilinmeyen parametreleridir. (1) veya (2) modeli

$$\theta^T = (a_1, \dots, a_n) \quad (5)$$

$$\varphi^T(t) = (-y(t-1), \dots, -y(t-n)) \quad (6)$$

olmak üzere,

$$y(t) = \theta^T \varphi(t) + v(t) \quad (7)$$

şeklinde yazılır.

Eşitlik (6) ile verilen modelde, parametreleri tahmin etmek amacıyla,

$$V_n(\theta) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \beta(n, t) [y(t) - \theta^T \varphi(t)]^2 \quad t=1,2,\dots \quad (8)$$

olarak verilen maliyet fonksiyonu θ 'ya göre minimize edilirse EKK tahmin edicisi,

$$\frac{\partial V_n(\theta)}{\partial \theta} = \sum_{i=1}^n \beta(n, t) 2[y(t) - \theta^T \varphi(t)](-\varphi(t)) = 0 \quad (9)$$

$$\frac{-2}{n} \sum_{i=1}^n \beta(n, t) [y(t) - \theta^T \varphi(t)] \varphi(t) = 0 \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^n \beta(n, t) y(t) \varphi(t) - \sum_{i=1}^n \beta(n, t) \theta^T \varphi(t) \varphi^T(t) = 0 \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^n \beta(n, t) y(t) \varphi(t) = \sum_{i=1}^n \beta(n, t) \theta^T \varphi(t) \varphi^T(t) \quad (12)$$

$$\hat{\theta}(n) = \left(\sum_{i=1}^n \beta(n, t) \varphi(t) \varphi^T(t) \right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^n \beta(n, t) \varphi(t) y(t) \right) \quad (13)$$

olarak bulunur. Yeni verinin geçmişteki veriye göre daha çok bilgi içereceği varsayımı altında,

$$\beta(t, k) = \prod_{j=k+1}^t \lambda(j), \quad \beta(k, k) = 1 \quad (14)$$

şeklinde tanımlanır. Eğer her k için $\lambda(k) \leq 1$ ve $\lambda(k) \leq k$ alınırsa (14) eşitliğinden,

$$\beta(t, k) = \lambda^{t-k} \quad (15)$$

elde edilir. (15) eşitliği $V_n(\theta)$ maliyet fonksiyonunda kullanılırsa, yeni verilerin etkisinin maliyet fonksiyonunda daha fazla olduğu varsayımı yapılır. Yani eski veriler unutuluyormuş gibi düşünülebilir. Bu nedenle λ 'ya unutma faktörü denir.

Bulunan $\hat{\theta}(n)$ ardışık bir tahmin edici değildir. Ardışık tahmin ediciyi elde etmek için,

$$R(t) = \sum_{k=1}^t \beta(t, k) \varphi(k) \varphi(k)^T \quad (16)$$

olarak alınırsa,

$$R(t) = \lambda(t) R(t-1) + \varphi(t) \varphi(t)^T \quad (17)$$

elde edilir. (16) ve (17) eşitliği (13) eşitliğinde kullanılarak gerekli işlemler yapıldıktan sonra,

$$\hat{\theta}(t) = \hat{\theta}(t-1) + R^{-1}(t) \varphi(t) (y(t) - \varphi(t)^T \hat{\theta}(t-1)) \quad (18)$$

olarak bulunur. $P(t)=R^{-1}(t)$ alınıp (18) eşitliğine matris tersi uygulanırsa,

$$P(t)=\frac{1}{\lambda(t)}\left[P(t-1)-\frac{P(t-1)\varphi(t)\varphi(t)^T P(t-1)}{\lambda(t)+\varphi(t)^T P(t-1)\varphi(t)}\right] \quad (19)$$

elde edilir. Böylece YEKK algoritması,

$$\hat{\theta}(t)=\hat{\theta}(t-1)+K(t)(y(t)-\varphi(t)^T \hat{\theta}(t-1)) \quad (20)$$

$$K(t)=P(t)\varphi(t)=\frac{P(t-1)\varphi(t)}{\lambda(t)+\varphi(t)^T P(t-1)\varphi(t)} \quad (21)$$

$$P(t)=\frac{1}{\lambda(t)}\left[P(t-1)-\frac{P(t-1)\varphi(t)\varphi(t)^T P(t-1)}{\lambda(t)+\varphi(t)^T P(t-1)\varphi(t)}\right] \quad (22)$$

olarak verilir. (20)-(22) algoritması çoğunlukla sistem parametreleri zamanla değişen sistemler için kullanılır. Algoritmadan görüleceği gibi P matrisi küçüldüğü zaman algoritma kazancı azalmakta, dolayısı ile tahmin gerçek değerinden uzaklaşabilmektedir. λ unutm faktörü, bu problemi ortadan kaldırmak amacıyla kullanılır.

Unutm faktörü λ , 1 den küçük ama 1'e oldukça yakın bir değerdir. Song, Nam ve Mutschler yaptıkları bir fazlı sistemlerde olan, ani faz açısı atlamalarının hesaplama algoritmasında unutm faktörü λ 'yı: 0,95, 0,99 ve 0,999 olarak önermişlerdir. Soderström ve Stocia'da unutm faktörü λ 'yı 0,95-0,99 olarak önermişlerdir. $\alpha_0 = 0,99$ ve $\lambda(0) = 0,95$ olmak üzere

$$\lambda(t)=\alpha_0 \lambda(t-1)+(1-\alpha_0) \quad (23)$$

olarak, $\varepsilon(t)=y(t)-\varphi(t)^T \hat{\theta}(t-1)$ öngörü hatası, $\bar{\varepsilon}$; $\varepsilon(t)$ 'nin beklenen değeri ve $\alpha = 1/1000$ (oldukça küçük bir değer) olmak üzere,

$$\lambda(t)=1-\alpha \frac{\varepsilon(t)^2}{\bar{\varepsilon}^2} \quad (24)$$

olarak, \sum_0 küçük bir sabit (örneğin $\sum_0 = 0.05$) olmak üzere

$$\lambda(t)=1-\frac{[1-\varphi^T(t)K(t)]\varepsilon(t)^2}{\sum_0} \quad (25)$$

olarak seçilebileceği önerilmiştir (3).

Burada analizi yapılan YEKK metodunun kullanılabilir son hali aşağıdaki gibidir.

$$\hat{\theta}(t)=\hat{\theta}(t-1)+K(t)\varepsilon(t) \quad (26)$$

$$\varepsilon(t)=y(t)-\varphi^T(t)\hat{\theta}(t-1) \quad (27)$$

$$K(t)=P(t)\varphi^T(t)=P(t-1)\varphi(t)/[\lambda+\varphi^T(t)P(t-1)\varphi(t)] \quad (28)$$

$$P(t)=\{P(t-1)-P(t-1)\varphi(t)\varphi^T(t)P(t-1)/[\lambda+\varphi^T(t)P(t-1)\varphi(t)]\}/\lambda \quad (29)$$

Unutm faktörü λ , 1'e oldukça yakın ancak 1'den daha küçüktür. Unutm faktörü genellikle $\lambda=0,90$, $\lambda=0,95$ veya $\lambda=0,99$ olarak alınmaktadır (Söderström ve Stoica, 1989; Song v.d., 2002). Unutm faktörünün değeri bir önceki örneklemin ağırlığını belirler. 1'e yakın unutm faktörü değerleri bir önceki örnekleme daha düşük oranda ağırlıklandırır iken 0'a yakın değerleri bir önceki örnekleme daha büyük oranda ağırlıklandırır. Seçilecek büyük λ değerleri YEKK hesaplama metodunun gürültü dayanıklılığını artırır.

3. BİR FAZLI HARMONİK İÇEREN ELEKTRİKSEL GERİLİM SİNYALİNE KİLİTLENME ALGORİTMASININ GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

YEKK metoduyla bir fazlı sinyale kilitlenme algoritması ile bir fazlı sinyale kilitlenilir olma ve sinyalde olabilecek değişikliklere adaptasyon sağlanmaya çalışılmıştır. Bu algoritma ani faz atlamaları olabilecek işletim şartlarında, kesintisiz güç kaynaklarında, aktif filtrelerde kullanılabilir bir yapıya sahiptir. Bir fazlı sistemler için faz gerilimi aşağıdaki gibi formüle edilebilir.

$$E(t)=\bar{E}\cos(\omega t+\phi)=\bar{E}(\cos\phi\cos\omega t+\sin\phi\sin\omega t) \quad (30)$$

Burada, \bar{E} gerilimin maksimum değeri, ω açısal frekans ve ϕ faz açısıdır. Bu formül

$$E_d=\bar{E}\cos\phi \quad (31)$$

$$E_q=\bar{E}\sin\phi \quad (32)$$

yazılarak yeniden düzenlenirse,

$$E(t)=E_d\cos\omega t-E_q\sin\omega t \quad (33)$$

faz gerilim formülü elde edilebilir. Burada, \bar{E} , ω , ϕ , E_d ve E_q durum uzayında birer sabittir. (3.1)'deki ifadeyi,

$$\begin{aligned}\varphi^T(t) &= (\cos(\omega t) \ -\sin(\omega t)), \\ \theta(t) &= (E_d(t) \ E_q(t))^T\end{aligned}\quad (34)$$

B biçiminde ifade edersek, bir fazlı gerilim

$$y(t) = \varphi^T(t) \theta(t) \quad (35)$$

şeklinde olur. Bu işlemlerin ışığında çalışma, temel olarak YEKK metodundan türetilen aşağıdaki algoritma üzerine kurulmuştur.

$$\hat{\theta}(t) = \theta(t) + K(t)(y(t) - \varphi^T(t)\hat{\theta}(t-1)) \quad (36)$$

$$r(t) = 1 + \varphi^T(t)P(t-1)\varphi(t) \quad (37)$$

$$K(t) = P(t-1)\varphi(t)r(t)^{-1} \quad (38)$$

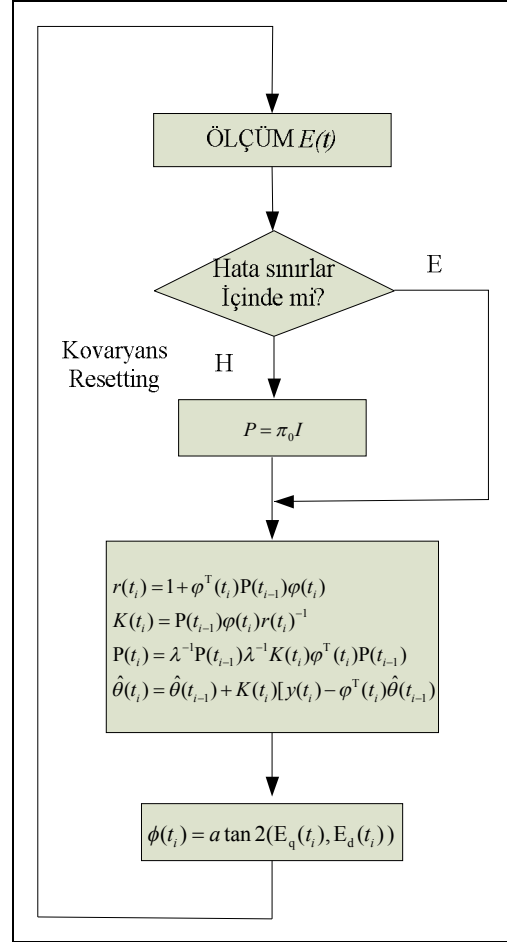
$$P(t) = \lambda^{-1}P(t-1) - \lambda^{-1}K(t)\varphi^T(t)P(t-1) \quad (39)$$

Burada;

$x(t-1)=0$ ve $P(t-1) = \pi_0 \cdot I$ 'dir. π_0 başlangıç değeri sıfırdan büyük bir değerdir. Bu algoritmada faz açısı

$$\phi(t) = \text{atan2}(E_q(t), E_d(t)) \quad (40)$$

formülü ile hesaplanır. YEKK algoritmasına hesaplama hızını arttırmak için kovaryans resetting tekniğini de bu çalışmada eklenmiştir. Bu yöntemde ani değişiklikler tanımlandığı zaman, P büyük bir değer ile reset edilerek K kazancı belirli bir noktaya kadar arttırılır ve geriliminde oluşabilecek ani faz açısı değişimlerinin hesaplanma hızı arttırılmış olur. Gerilimin genliğinde veya faz açısında ani değişimler olduğu zaman hata değerinin hesaplanması ile bu normal durumdan ayırt edilir. Eğer hesaplanan hata önceden belirlenen değerden büyükse P, başlangıç kovaryans değeri olan $\pi_0 \cdot I$ değeri ile reset edilir. Önceden belirlenen hata değeri nominal gerilimin tepe değerinin % 20 ila % 40'ı arasındaki bir değerdir (Chung, 2000). Ayrıca bu metotta λ 'nın seçilecek büyük değerleri için hesaplamaların gürültüye karşı dayanıklılığı arttırılabilir. Şekil 2'de YEKK metodundan yararlanılarak geliştirilen faz açısı hesaplama algoritmasının akış diyagramı gösterilmiştir.



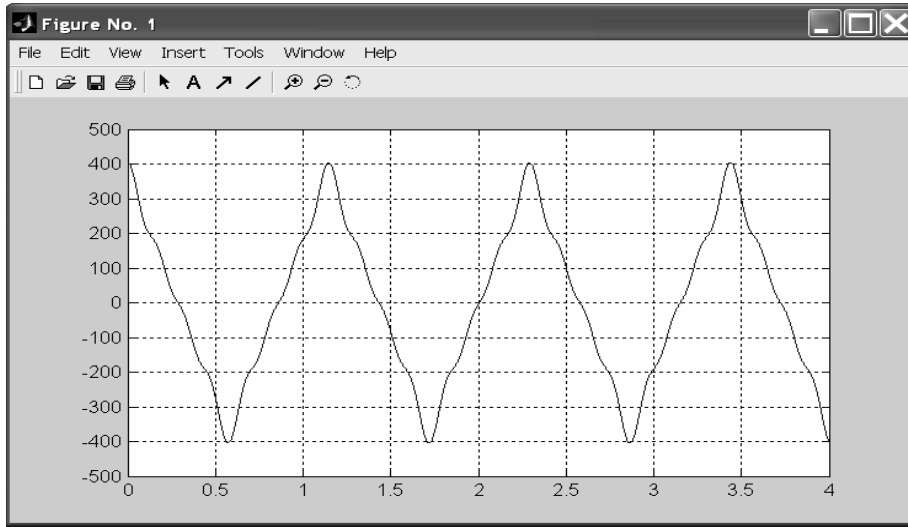
Şekil 2. YEKK metodundan türetilen faz açısı hesaplama algoritması akış diyagramı.

3. 1. Algoritmanın Harmonik İçeren Sinyale Tepkisinin İncelenmesi

Algoritma tepkisinin incelenmesinde kullanılacak sinyal içerisinde; % 15 değerinde 3. dereceden (150 Hz), % 8 değerinde 5. dereceden (250 Hz) ve % 7 değerinde 7. dereceden (350 Hz) harmonikler mevcuttur. Harmonikli kaynak geriliminin denklemi aşağıdaki gibidir.

$$E(t) = 311,1[\cos(\omega t) + 0,15\cos(3\omega t) + 0,08\cos(5\omega t) + 0,07\cos(7\omega t)] \quad (41)$$

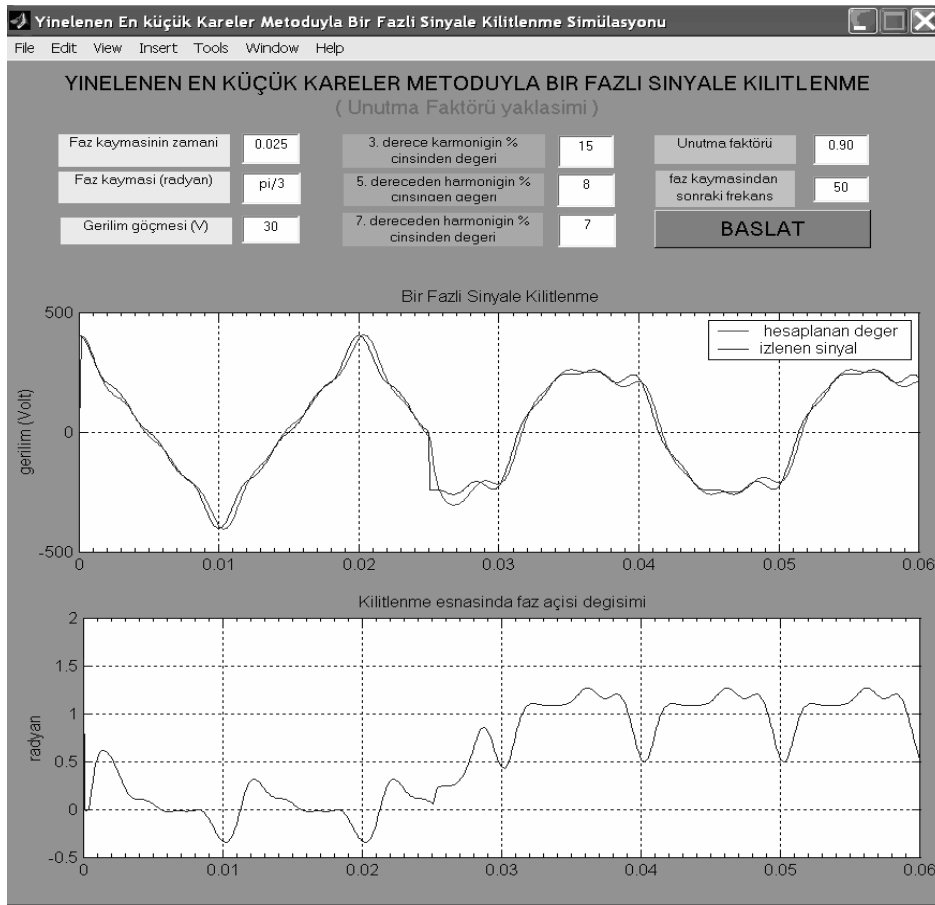
Harmonikli sinyaldeki toplam harmonik bozulma % 30'a eşittir. Genelde bu harmonik bozulma % 5 civarındadır. Ancak, ağır sanayi bölgelerindeki bozulma miktarı % 5 değerinden yukarılarda olabilir (Chung, 2000). Şekil 3'de harmonik içeren sinyalin değişimi gösterilmiştir.



Şekil 3. % 15 oranında 3. derece, % 8 oranında 5. derece, % 7 oranında 7.derece harmonik içeren sinyal

Algoritmanın, Şekil 3'de belirtilen derecelerde harmonik içeren sinyaldeki faz açısı kaymasına ve gerilim geçmesine nasıl tepki verdiğini incelemek için kaynak geriliminde $t = 0,025$ 'te 30 Voltluk bir

gerilim geçmesi ve 60° 'lik bir faz açısı kayması yaratılmıştır. Algoritmanın tepkisi Şekil 4'deki gibi olmuştur.

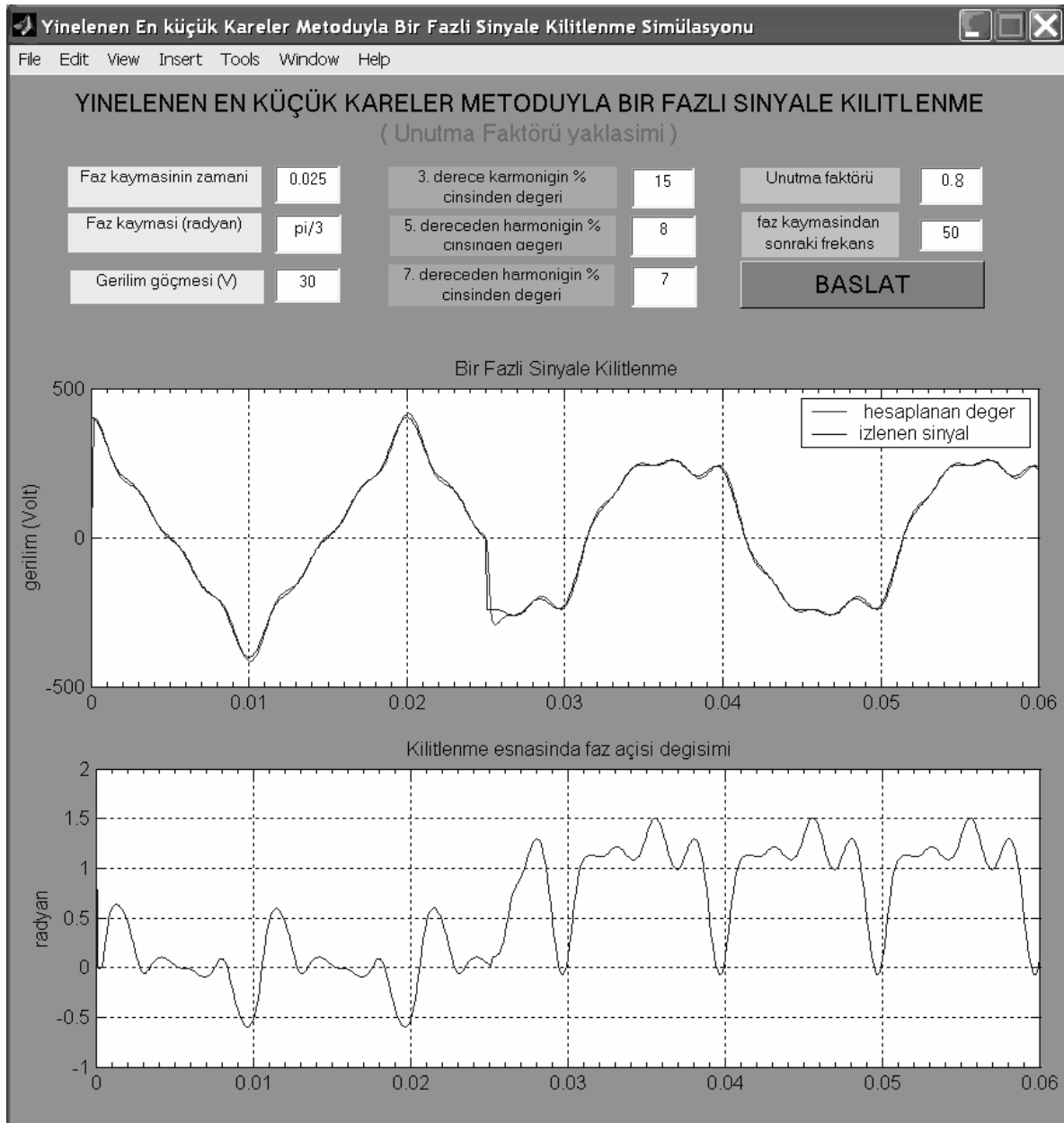


Şekil 4. % 15 3. derece, % 8 5. derece, % 7 7.derece harmonik içeren sinyalde yaratılan faz açısı ve gerilim geçmesine algoritmanın tepkisi.

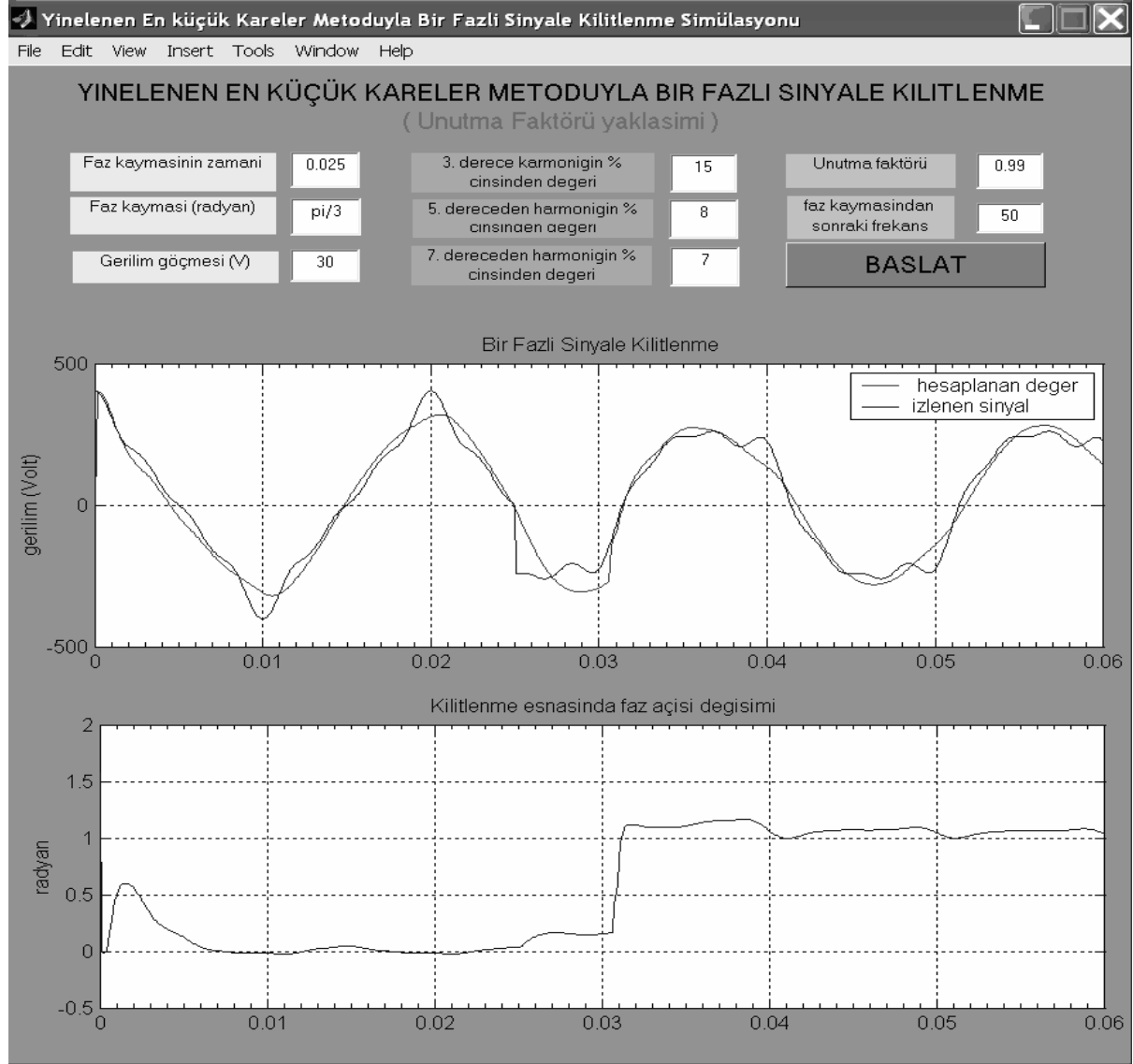
Şekil 4'deki grafik unutma faktörü $\lambda=0,9$ değeri için elde edilmiştir. λ 'nın farklı değerlerinde algoritmanın tepkisi, Şekil 5 ve 6'da $\lambda = 0,8$ ve $0,95$ değerleri için incelenmiştir.

λ 'nın değeri, algoritmanın kilitlenme hızını değiştirmektedir. Şekillerden de anlaşılacağı gibi λ 'nın küçük değerleri kilitlenmeyi hızlandırır. λ 'nın büyük değerlerinde ise adaptasyon süresi uzamıştır. Farklı λ değerleri için elde edilen faz açısı

değişimi, Şekillerden de görüldüğü gibi unutma faktörünün değeri 1'e yaklaştıkça hesaplanan faz açısı değerlerindeki dalgalanma azalacaktır. Bunun sebebi sinyaldeki harmonikler nedeni ile oluşan ani değişimlerin, algoritmanın daha yavaş tepki göstermesi nedeni ile azalmasıdır. Unutma faktörünün değeri 1'e yaklaştıkça bir anlamda filtreleme yapılır. Bu özelliği nedeni ile bu algoritma parametre tahmini ve parametre hesabının yanı sıra adaptif filtrelerde de kullanılmaktadır.

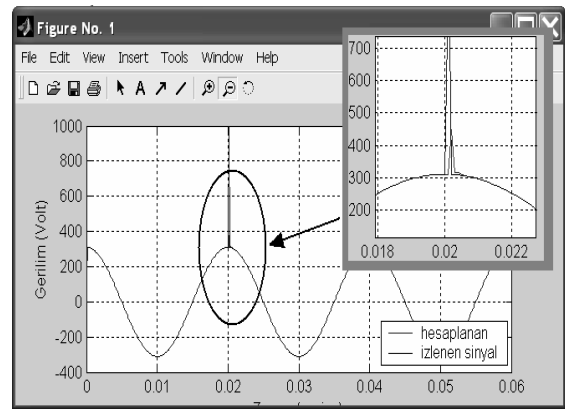


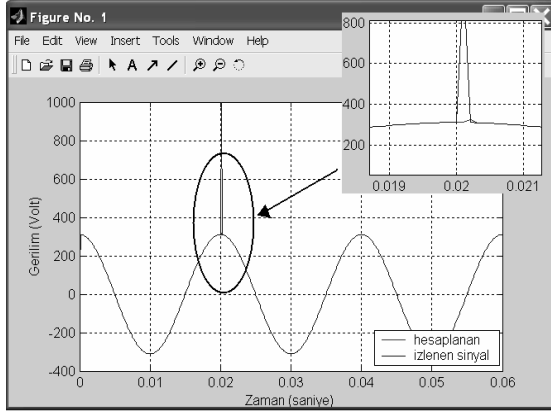
Şekil 5. $\lambda = 0,8$ değeri için algoritmanın tepkisi.

Şekil 6. $\lambda=0,99$ değeri için algoritmanın tepkisi.

3. 2. Algoritmanın Belirli Bir Noktada Ani Sıçraması Olan Sinyale Tepkisinin İncelenmesi

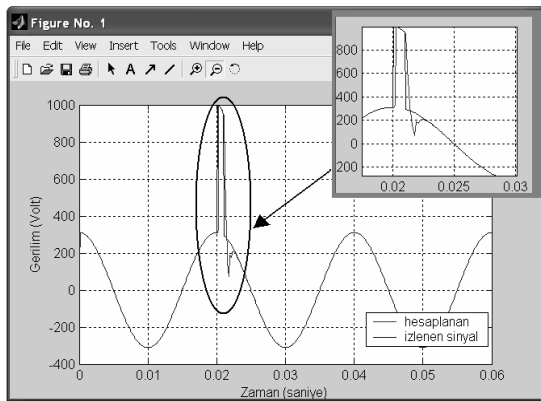
Şebeke geriliminde olabilecek durumlardan biri de gerilimdeki ani sıçramalardır. Bu ani sıçramalar birkaç yüz volt olabileceği gibi birkaç bin volt da olabilir. Bu tür sıçramalarda algoritmanın nasıl tepki verdiğini görmek için $t = 0,02$ 'de $0,2\text{ms}$ 'lik 1000V 'luk bir ani sıçrama yaratılmıştır. Bu ani sıçrama unutma faktörünün $0,90$ ve $0,99$ değerleri için Şekil 7'de incelenmiştir.

Şekil 7. Algoritmanın unutma faktörü $\lambda=0,90$ değeri için ani sıçraması olan sinyale tepkisi.



Şekil 8. Algoritmanın unutma faktörü $\lambda=0,99$ değeri için ani sıçraması olan sinyale tepkisi.

Şekil 8’de algoritmanın unutma faktörü $\lambda=0,99$ değeri için, ani sıçraması olan sinyale tepkisi gösterilmiştir. Şekil 7 ve Şekil 8 incelendiğinde 0,2ms’lik bir sıçramada algoritma, unutma faktörünün büyük değerleri için bu sıçramaya duyarsız kalmıştır. Bunun nedenleri, bu ani sıçramanın çok kısa süreli olması, unutma faktörünün bir önceki bilgiyi düşük değerde ağırlıklandırması ve algoritmanın hesaplama yapabilmesi için zaman ihtiyacı olması olarak gösterilebilir. Bunlardan en önemlileri sıçramanın süresi ve hesaplama için gereken süredir. Unutma faktörünün 1’e yakın değerleri için bir önceki hata bilgisi düşük değerde ağırlıklandırır. Bu da bir anlamda filtre etkisi sağlanmasına neden olur. Şekil 9’da ise sıçrama süresini 0,2 ms’den 1ms’ye çıkartarak algoritmanın tepkisi incelenmiştir.



Şekil 9. 1ms’lik sıçrama süresi için unutma faktörü yaklaşımının tepkisi.

Sinyaldeki sıçramanın süresi arttırıldığında algoritmanın buna tepkisi yukarıdaki gibi olmuştur. Sıçrama süresinin nispeten uzun olması nedeni ile

algoritma bu sıçramayı takip etmeye çalışmıştır. Düşük unutma faktörlerinde algoritmanın hesapladığı sinyal değerinin gerçek sinyale daha da yaklaşacağı açıktır. Bu tip durumlarda istenen, oluşacak ani sıçramaların mümkün olduğunca etkisinin azaltılmasıdır. Bunun için filtreler kullanılabilir. Kullandığımız algoritmada ise bu durumlar için alınabilecek önlemler; unutma faktörünün mümkün olduğunca 1’e yakın olması, P değerinin önceden belirlenen hata değerinden daha küçük değerlerle reset edilmesi olabilir. Simülasyon çalışmasında resetleme değerinin ve unutma faktörünün farklı değerleri için yapılan denemelerde 0,2 ms ve daha kısa süreli sıçramalarda duyarsızlık gözlenmiştir.

4. SONUÇLAR

Harmonik içeren şebeke geriliminin, faz açısında kayma oluşması, gerilimin göçmesi ile harmonik içermeyen gerilim sinyalindeki ani gerilim sıçraması durumları için YEKK metodunun unutma faktörü yaklaşımlarına göre benzetimler gerçekleştirilmiştir. Harmonikli durumda, unutma faktörü λ ’nın değeri algoritmanın kilitlenme hızını değiştirmektedir. λ ’nın küçük değerleri kilitlenmeyi hızlandırmıştır. λ ’nın büyük değerlerinde ise adaptasyon süresi uzamıştır. Unutma faktörünün değeri 1’e yaklaştıkça hesaplanan faz açısı değerlerindeki dalgalanma azalmıştır. Bunun sebebi sinyaldeki harmonikler nedeni ile oluşan ani değişimlerin, algoritmanın daha yavaş tepki göstermesi olarak düşünülebilir. Unutma faktörünün değeri 1’e yaklaştıkça bir anlamda filtreleme yapılmaktadır. Bu özelliği nedeni ile bu algoritma parametre tahmini ve parametre hesabının yanı sıra adaptif filtrelerde de kullanılabilir.

Saf sinüs formuna sahip gerilim işaretinde 0,2ms’lik bir sıçramada algoritma, unutma faktörünün büyük değerleri için bu sıçramaya duyarsız kalmıştır. Bunun nedenleri, bu ani sıçramanın çok kısa süreli olması, unutma faktörünün bir önceki bilgiyi düşük değerde ağırlıklandırması ve algoritmanın hesaplama yapabilmesi için zaman ihtiyacı olması olarak gösterilebilir. Sıçrama süresi göreceli olarak uzun olduğunda algoritma bu sıçramayı takip etmeye çalışmıştır. Düşük unutma faktörlerinde algoritmanın hesapladığı sinyal değerinin gerçek sinyale daha da yaklaşacağı açıkça görülmektedir. Bu tip durumlarda istenen, oluşacak ani sıçramaların mümkün olduğunca etkisinin azaltılmasıdır. Bunun için filtreler kullanılabilir.

5. KAYNAKLAR

Chung, S. 2000. "A phase tracking system for three phase utility interface inverters", **IEEE Transactions On Power Electronics**. 15 (3): 431-438.

Özer, Ş., Sağiroğlu, Ş. ve Kaplan, A. 2004. "Ar sistem modelinde farklı algoritmaların karşılaştırılması", **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 19 (4): 431-436.

Song, H., Nam, K., Mutschler, P. 2002. "Very fast phase angel estimation algorithm for a single phase

system having sudden phase angel jumps", **Conference Record of 2002 IEEE Industry Applications**. 925-931.

Söderström, T. and Stoica, P. 1989. "System identification", **Printice Hall**, New York. 60-95, 320-350.

Torun, S. 2005. "Uyku EEG'sinde karşılaşılan içciklerin (spindle) sezimi üzerine bir çalışma", Yüksek lisans tezi, **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**. Ankara.