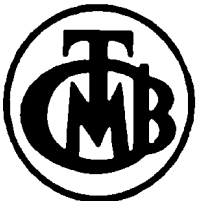


**Devlet İç Borçlanma Senetleri İçin  
Getiri Eğrisi Tahmini**

Özge AKINCI  
Burcu G¼RCİHAN  
Refet G¼RKAYNAK  
Özg¼r ÖZEL

Aralık 2006



## Devlet İç Borçlanma Senetleri için Getiri Eğrisi Tahmini\*

Özge Akıncı,  
Burcu Gürcihan,  
Refet Gürkaynak  
ve Özgür Özel\*\*

### Özet

Piyasa katılımcılarının faiz beklentilerini yansıtan getiri eğrisinin tahmini mali analizin temel taşlarındandır. Bu makalede getiri eğrilerinin temel özelliklerini tanıtp, bilgimiz dahilinde ilk defa, Türkiye için uzun vadeli sabit kuponlu bonoların da tahmine dahil edildiği yüksek frekansta getiri eğrisi tahminleri sunuyoruz. Günlük olarak tahmin edilen bu getiri eğrileri piyasa katılımcılarının makroekonomik gelişmelere tepkilerini ölçmek için uygun araçlardır. Bu makalede getiri eğrilerinden elde edilen sabit vadeli faizlerin para politikası, enflasyon verisi açıklaması, stopaj oranlarının değişmesi gibi olaylara verdikleri tepkiler vaka çalışması örnekleri olarak sunulmuştur.

ARALIK 2006

---

\* Bu çalışmaya yaptıkları katkılar için Bilkent Üniversitesi, Hazine Müsteşarlığı ve Merkez Bankası seminer katılımcılarına teşekkür ederiz. Çalışmada belirtilenler yazarların görüşleridir, bağlı oldukları kurumlarca paylaşılmayabilir.

\*\* Akıncı: Columbia Üniversitesi İktisat Bölümü ve T.C. Merkez Bankası; e-mail: oa2140@columbia.edu  
Gürcihan: Pompeu Fabra Üniversitesi İktisat Böl. ve T.C. Merkez Bankası; e-mail: burcu.gurcihan@upf.edu  
Gürkaynak: Bilkent Üniversitesi İktisat Bölümü; e-mail: refet@bilkent.edu.tr  
Özel: T.C. Merkez Bankası; e-mail: Ozgur.Ozel@tcmb.gov.tr

## 1. Giriş

Getiri eğrisi, farklı vadelerdeki borçlanma maliyetlerinin, yani faizlerin, genel yapısını gösteren bir fonksiyondur. Gecelik vadeden, örneğin beş yıl vadeye kadar, her gün her vadede bir iskontolu senet işlem görüyor olsa, bunların faizlerinin grafiği bir getiri eğrisi oluştururdu. Ancak, elbette, ikincil piyasada her vade için getiri gözlemlenmemektedir. Getiri eğrisi tahmini, işlem gerçekleşmeyen vadelerdeki getirilerin belirlenebilmelerine olanak veren bir çalışmadır.

Bu makalenin amacı, iskontolu ve sabit kuponlu devlet iç borçlanma senetleri (DİBS'ler) için getiri eğrisi tahmin etmektir.<sup>1</sup> Getiri eğrileri, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) Tahvil Bono Piyasası verileri kullanılarak, “Extended Nelson Siegel (ENS)” yöntemiyle tahmin edilmektedir. ENS yöntemi, aşağıda anlatılacağı gibi, veri setindeki bazı senetlerde gerçekleşebilecek aşırı dalgalanmalardan fazla etkilenmemekte, böylece faiz hadlerinin genel seyri hakkında sağlıklı bilgi vermektedir. Bu da, gözlemciye (iktisatçıya, politika yapıcısına), piyasa katılımcılarının faiz ve risk primi beklentilerini daha doğru yansıtır.

Getiri eğrisi tahmin etmenin temel faydası, tek tek bonoların faizlerinde oluşabilecek dalgalanmalardan (ör. likidite primindeki değişimlerden) fazla etkilenmeyen, sabit vadeli faiz bilgisine sahip olmaktır. Örneğin, Türkiye’de yaygın olarak kullanılan gösterge bononun faizindeki bazı değişimler bu bonoya has faktörlerdeki gelişimlerden kaynaklanıyor ve faizlerin genel durumunu yansıtmıyor olabilir. Daha önemlisi, belirli bir bononun faizini uzun bir süre takip etmek, bononun vadesi değiştiği için yanıltıcı olur. Yeni çıkan iki yıllık bir gösterge bononun faizi üç ay sonra aynı değilse bu ya faizlerde genel bir değişim olduğu için, ya da bono artık bir yıl dokuz aylık olduğu ve bu vadedeki faiz iki yıllıktan farklı olduğu için olabilir. Getiri eğrisinden takip edilecek iki yıl sabit vadeli faizi incelemek bu vade farkı etkisini ortadan kaldırır.

Merkez bankaları kısa vadeli (gecelik) faiz oranları üzerinde belirleyicidir. Daha uzun vadedeki faizler, piyasa katılımcılarının faizlerin ileride izleyeceği seyre ilişkin beklentileri ve risk algılamaları tarafından belirlenir. Parasal aktarım mekanizmasını kısa vadeli faizlerdeki değişim ile daha uzun vadeli faizlerdeki değişimin yönü ve büyüklüğü arasındaki ilişkinin oluşturduğu dikkate alındığında, getiri eğrileri merkez bankaları tarafından politika oluşturma sürecinde önemle takip edilen göstergeler haline gelmektedir.

---

<sup>1</sup> Teknik olarak bu senetlerin bir yıldan kısa vadesi olanlar Hazine bonusu, bir yıldan uzun vadesi olanlar Devlet tahvili olarak adlandırılır. Bu makalede vade farkı gözetmeksizin bütün senetlere bono da denmiştir.

Kaynakçada belirtildiği gibi, Türkiye’de daha önce de getiri eğrisi tahmini yapılmış olmakla birlikte, bu çalışma bildiğimiz kadarıyla, yüksek frekansta olan ve uzun vadeli kuponlu senetleri de tahmine dahil eden ilk çalışmadır. Uzun vadeli senetlerin de analize dahil edilmesi için, tahminlerin başlangıç tarihi, beş yıllık sabit kuponlu senedin işlem görmeye başladığı 16 Şubat 2005 olarak alınmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde getiri eğrisi tahmin edilmesinde kullanılan tahvil ve bono piyasası temel kavramlarından bahsedilecektir. Üçüncü bölüm, Türkiye özelinde tahvil ve bono piyasasının ve getiri eğrilerinin tahmininde kullanılan verinin özelliklerinin açıklanmasına ayrılmıştır. Dördüncü bölümde, getiri eğrilerinin tahmin edilmesinde kullanılan yöntem açıklanmakta ve beşinci bölümde tahmin sonuçları sunulmaktadır. Altıncı bölüm sonuç bölümüdür.

## **2. Bono piyasası terminolojisi ve temel matematik**

Getiri eğrisi tahminleri tahvil ve bono piyasasında işlem gören kıymetlerin içerdiği bilgiler kullanılarak elde edildiği için getiri eğrilerini çalışmadan önce bu piyasanın terminolojisinin ve temel matematiksel ilişkilerinin incelenmesi gerekir.

### *2.1. Temel Tahvil ve Bono Piyasası Kavramları*

Bono piyasasında en temel bağıntı fiyat ve faiz arasındadır. İleri bir tarihte 1 lira ödemeyi taahhüt eden bir *iskontolu* (kupon ödemesi olmayan) bononun bugünkü fiyatı azaldıkça, faizi artar. Bu faiz, yapılan yatırımdan elde edilen faiz gelirin vade sonunda tekrar yatırıma dönüştürülmediği varsayımıyla, *basit faiz* olarak ifade edilebilir. Faizler, genellikle, yıllıklandırılmış ve tekrar yatırıma dönüştürülecekleri varsayımıyla bileştirilmiş olarak ifade edilirler. İMKB bono piyasası *bileşik faiz* raporlama usulünde, değişik vadelerdeki faizler değişik şekilde bileştirilmektedir.<sup>2</sup> Örneğin bir yıllık faizin basiti ile bileşiği aynıyken, altı aylık faiz iki defa, bir aylık faiz on iki defa bileşmektedir. Bu bileştirme farklılığı değişik vadelerdeki bonoların getirilerinin kıyaslanmasını güçleştirdiği için, bu çalışmada İMKB usulünden ayrılarak bütün bonoların getirilerini, aşağıda gösterildiği gibi, *sürekli bileşik* baza çeviriyoruz. Sürekli bileşik faiz, yapılan yatırımın vadeye kadar çok küçük zaman

---

<sup>2</sup> Temel kavramlar ve özellikle İMKB usulleri hakkında detaylı bilgi için yetkin bir kaynak Türkiye Sermaye Piyasası Aracı Kuruluşları Birliği (TSPAKB) tarafından yayımlanmış olan “ Tahvil ve Bono Piyasaları” Temel Düzey Lisans Eğitim Kılavuzudur.

aralıklarında (sürekli olarak ve dolayısıyla sonsuz kez) yatırıma dönüştürüldüğü varsayımıyla oluşturulan yıllıklandırılmış bileşik faiz oranıdır.

Üzerinde düşünmesi ve çalışması en kolay senet iskontolu bonolar olmakla birlikte, bu tür bonolar genellikle göreceli olarak kısa vadelerde (Türkiye’de dünya standardında uzunca sayılabilecek iki yıla kadar) ihraç edilirler. Daha uzun vadeli senetler, anaparanın vadesine kadar, *kupon* adı verilen ara ödemeler yaparlar. Kupon büyüklüğünün anaparaya oranı olan *kupon oranı* arttıkça, senedin ödemelerinin daha büyük bir kısmı vadeden önce gerçekleşmeye başlar. Kuponlu bonolarda ödemelerin ortalama zamanın bir ölçüsü *süredir* (duration). Süre,

$$s(n) = \frac{\sum_{t=1}^l \frac{(NA_t * t)}{(1 + i(n)_t)^t}}{\sum_{t=1}^l \frac{NA_t}{(1 + i(n)_t)^t}}$$

olarak hesaplanır. Bu denklemde “*NA*” nakit akımlarını ve *i(n)* kuponlu bononun ortalama yıllık getirisini gösterir. Buna göre *s(n)*, yani süre, bir senedin nakit akımlarının, gerçekleştiği zamanlarla ( $t=1,2,...l$ ) ağırlıklandırılması ve bulunan değerin nakit akımlarının bugünkü değerine bölünmesi ile bulunmaktadır. Sürenin bononun brüt getirisine ( $1+i(n)$ ) bölünmesiyle bulunan büyüklük uyarlanmış süre (modified duration) olarak adlandırılır

Kuponlu bonoların getiri eğrisine katılabilmesi için yapılması gereken önemli bir gözlem, bu bonoların her bir ödemesinin (her kupon ödemesi ve anaparanın) kendi içinde bir iskontolu bono olarak düşünülebileceğidir. Hatta kuponlu bonoların ödemeleri bazen iskontolu parçalara ayrılıp ayrı ayrı işlem görürler. *STRIP (Separate Trading of Registered Interest and Principal of Securities)* adı verilen bu ayırıştırma T.C. Hazinesi tarafından bazı değişken faizli kuponlu ihraçların anapara ve kuponlarına da uygunlanmıştır. Biz de bu çalışmada sabit kuponlu bonoları getiri eğrisine dahil etmek için bunları itibari (nosyonel) *STRIP*ler halinde fiyatlayacağız.

## 2.2. İskonto Fonksiyonu ve Kuponsuz (Zero Coupon) Getiri<sup>3</sup>

Sabit getirili bir kıymetin fiyatlandırılmasının ilk aşamasını *iskonto fonksiyonu* oluşturur. Bu fonksiyon, bir yatırımcının  $n$  yıl sonra alacağı 1 YTL'nin bugünkü değerini verir. Sabit getirili senetlerin fiyatları, senetlere ilişkin nakit akımlarının iskonto edilmesi yoluyla hesaplanır.

İskonto fonksiyonu ile iskontolu senedin sürekli bileşik (continuously compounded) kuponsuz getirisi <sup>4</sup>(zerorate) arasındaki ilişki ise aşağıdaki şekilde gösterilebilir (Tablo 1) :

Tablo 1. İskonto Fonksiyonu ve Kuponsuz Getiri

| Kesikli Zaman*   | Sürekli Zaman*   |
|--|--|
| İskonto fonksiyonu<br>$d(n) = \frac{1}{(1 + y(n))^{\left(\frac{n}{365}\right)}}$ | İskonto fonksiyonu<br>$d(n) = e^{-\frac{n}{365} * y(n)} \quad (1)$     |
| Getiri<br>$y(n) = \left(\frac{1}{(1 + d(n))}\right)^{\frac{365}{n}} - 1$         | Sürekli Bileşik Getiri<br>$y(n) = -\ln d(n) * \frac{365}{n} \quad (2)$ |

\*d, bugünkü değeri; y, iskontolu senede ilişkin bileşik getiriyi; n ise vadeye kalan günü göstermektedir.

İskontolu bonolarda fiyat  $d(n)$  ile sürekli bileşik getiri  $y(n)$  arasında, görüldüğü gibi, basit bir bağıntı vardır. Aynı bağıntı kuponlu bonolarda da, bunları iskontolu bono sepetleri olarak düşünerek, biraz daha karmaşık olsa da bezer bir mantıkla ifade edilebilir. Dolayısıyla, her vadede (her  $n$  için) bir iskontolu bono olsa idi, bunların işaret ettikleri faizler bütün bir getiri eğrisi oluşturacaktı. Her gün her vadede bir iskontolu bono işlem görmediği için var olan veri (iskontolulardan müteşekkil sabit kuponluları da dahil ederek) kullanılarak bir getiri eğrisi tahmin edilmekte ve bu eğri işlem gören bono olmayan vadelerde de suni getiriler yaratmak için kullanılmaktadır.

<sup>3</sup> İkinci bölümün geri kalan kısmı büyük ölçüde Gürkaynak, Sack ve Wright'a (2006) dayanmaktadır. Daha fazla bilgi için bu çalışmaya bakılabilir.

<sup>4</sup> Makale içerisinde kuponsuz getiri bazı yerlerde sadece getiri olarak da ifade edilmektedir.

### 2.3. İleri Valörlü Getiri (Forward Oranları)

Getiri eğrileri, ilerli valörlü getiri cinsinden de sunulabilir. İleri valörlü getiri, gelecek bir tarihte belirli bir vade için yapılacak yatırımın bugün belirlenen getiri oranıdır. Bir yatırımcının, bugün  $n+m$  yıl vadeli bir adet iskontolu senet aldığını, eş zamanlı olarak  $d_t(n+m)/d_t(n)$  adet  $n$  yıl vadeli iskontolu senet sattığını varsayalım. Bu işlemin, nakit akımları birbirini tam olarak karşıladığı için, cari dönemde yatırımcıya maliyeti olmaz.  $N$  yıl vadeli senedin vadesi dolduğunda, yatırımcı  $d_t(n+m)/d_t(n)$  YTL tutarında ödeme yapacak, bundan  $m$  yıl sonra,  $n+m$  vadeli senedin vadesi dolduğunda, yatırımcı 1 YTL alacaktır. Dolayısıyla, fiili olarak yatırımcı, bugünden  $n$  yıl sonra başlayacak,  $m$  yıl vadeli senet sözleşmesi yapmış olur. Bugünden  $n$  yıl sonra, vade sonunda 1 YTL alacak şekilde,  $d_t(n+m)/d_t(n)$  YTL ödenerek yapılan  $m$  yıl vadeli yatırımın sürekli bileşik getirisi ileri valörlü getiri olarak ifade edilir. Yani, ileri valörlü getiri gelecekteki bir tarihte borç alıp verme sözüne konu olan faiz oranıdır. İleri valörlü getiri, kuponsuz getiri ve iskonto fonksiyonu arasındaki ilişkiyi hareketle aşağıdaki formülle gösterilebilir;

$$f_t(n, m) = -\frac{1}{m} \ln\left(\frac{d_t(n+m)}{d_t(n)}\right) = \frac{1}{m} ((n+m)y_t(n+m) - ny_t(n)) \quad (3)$$

Yukarıdaki (3) numaralı eşitlikte, (2) numaralı denklemden hareketle, ileri valörlü getiri,  $n+m$  ve  $n$  vadeli senetlerin cari dönem getirileri cinsinden ifade edilebilir. Örneğin, dört ve beş yıllık getirileri bilmek, dört yıl sonraki bir yıllık ileri valörlü getiriyi hesaplamak için yeterlidir ve bu ileri valörlü getiri, dört yıl sonraki bir yıllık getirin bugünkü beklentisine ilişkin bilgi içerir. (3) numaralı denklemin, vade sıfıra giderken aldığı değer  $n$  yıl sonraki anlık ileri valörlü getiriye karşılık gelir;

$$f_t(n, 0) = \lim_{m \rightarrow 0} f_t(n, m) = y_t(n) + ny_t'(n) = -\frac{\partial}{\partial n} \ln(d_t(n)) \quad (4)$$

Kuponsuz getiri ve ileri valörlü getiri arasındaki ilişki şu şekilde gösterilir:

$$y_t(n) = \frac{1}{n} \int_0^n f_t(x, 0) dx \quad (5)$$

Yani, cari dönemde yapılan yatırımın getirisi vade boyunca oluşan ileri valörlü getirilerin ortalamasıdır. Dolayısıyla, kuponsuz getiri ile ileri valörlü getiri aynı bilginin farklı şekilde ifadesidir. İleri valörlü getiriler bütünü ile biliniyor iken kuponsuz getiri eğrisi, ya da getiri eğrisi biliniyor iken ileri valörlü getiriler hesaplanabilir.

### 3. Verinin Özellikleri

Bu çalışmada sunulan getiri eğrileri, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) bünyesindeki tahvil ve bono piyasasında işlem gören senetlerin içerdiği bilgi kullanılarak tahmin edilmiştir. Tahvil ve bono piyasası, sabit getirili menkul kıymet işlemlerinin şeffaf ve rekabete açık bir ortamda işlem görmelerini sağlayarak menkul kıymetlerin likiditesini artırmak ve bilgi akışını hızlandırmak amacıyla, 17 Haziran 1991 tarihinde faaliyete başlamıştır. Tahvil ve bono piyasasında, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) ve İMKB’de faaliyet gösteren banka ve aracı kurumlar işlem yapabilirler.

Tahvil ve bono piyasasında işlemler her gün saat 09:30 ile 17:00 arasında gerçekleşir. O gün gerçekleşen işlemlere ait veriler saat 17:00’den sonra İMKB günlük bültenlerinde yayınlanır. Saat 09:30-12:00 ile 13:00-14:00 arasında aynı gün valörlü (para ve senedin el değiştirmesinin aynı gün olduğu) işlemler gerçekleştirilebilirken, bu saatten piyasanın kapandığı 17:00’ye kadar sadece ileri valörlü işlemler gerçekleştirilebilmektedir.<sup>5</sup>

Bu makalenin yazıldığı tarih itibarıyla, Hazine Müsteşarlığı, YTL cinsinden iskontolu senetlerin yanında, yine YTL cinsinden hem sabit hem de değişken kupon ödemeli borçlanma araçları ihraç etmektedir. Bunlara ek olarak, döviz cinsinden borçlanma senetleri de ihraç edilmektedir. Dolayısıyla, tahvil ve bono piyasasında işlem gören senetleri YTL cinsinden iskontolu, YTL cinsinden sabit kuponlu, YTL cinsinden değişken kuponlu ve son olarak döviz cinsinden olarak dört grup altında incelemek mümkündür.

Değişken kuponlu senetlere ilişkin nakit akımları önceden belirlenemediği için bu menkul kıymetler analiz dışı bırakılmakta ve bu çalışma kapsamında sadece YTL cinsi sabit getirili kıymetler kullanılmaktadır. Ancak, İMKB tahvil ve bono piyasasında değişken getirili bazı senetlerin anapara ve kuponları ayrı ayrı işlem görmektedir.<sup>6</sup> Söz konusu senetlerin anaparası, iskontolu kıymetler gibi işlem görmekte ve analiz kapsamında veri setine dahil

<sup>5</sup> Yatırım fonları 14:00-17:00 saatlerinde kendi aralarında aynı gün valörlü işlem gerçekleştirebilirler. Fakat bu tür işlemlerin hacmi son derece düşük olup, gün sonundaki aynı gün valörlü fiyat verileri saat 14.00’e kadar olan bilgiyi yansıtmaktadır.

<sup>6</sup> İkinci bölümde anlatıldığı gibi, söz konusu senetler STRIP olarak adlandırılmaktadır.



edilmektedir. Yabancı para cinsinden ya da yabancı paraya endeksli senetler analiz dışı bırakılmıştır.

Tahminlerde sadece aynı gün valörlü işlemler kullanılmıştır. Bu durum, her gün için yapılan tahminlerde kullanılan verilerin, söz konusu piyasada sadece saat 14.00'e kadar oluşan fiyatları yansıttığı anlamına gelir. Verinin gün içinde ait olduğu saate dair bu bilgi getiri eğrilerinin 5. bölümde olduğu gibi vaka çalışmalarında kullanılabilmelerini sağlar.

Veri setinde yapılan diğer bir arındırma ise, vadesine üç aydan az kalan senetlerin veri setinden çıkarılması ile gerçekleştirilmektedir. Söz konusu arındırma işleminin temel nedeni, getiri eğrileri tahmin edilmesine yönelik kullanılan yöntemden kaynaklanan teknik bir ihtiyaçtır. Makalenin dördüncü bölümünde ayrıntılı olarak inceleneceği üzere, getiri eğrileri tahmin edilirken, ilgili kıymetler sürenin (duration) tersi ile ağırlıklandırılırlar. Bu durumda, vadesine az zaman kalmış olan senetlerin ağırlıkları çok yüksek olmakta ve getirilerin tahmin edilmesi sorun yaratabilmektedir.

Bilindiği gibi 1 Ocak 2006 tarihinden itibaren ihraç edilen senetlere stopaj uygulaması getirilmiştir.<sup>7</sup> Bu nedenle, piyasada stopajlı ve stopajsız olmak üzere iki farklı tipte senet işlem görmektedir. Özellikle senet sayısının sınırlı olduğu Türkiye gibi ülkelerde tahminlere stopajlı ve stopajsız senetlerin birlikte dahil edilmeleri genel eğilimi bozabilmektedir. Bu nedenle, tahminlerimizde tutarlılığı sağlamak için sadece stopajsız senetler kullanılmıştır. Bununla birlikte, verinin imkan tanıdığı ölçüde stopajlı senetler için de getiri eğrisi tahmin edilmiştir. Stopajlı ve stopajsız senetler için tahmin edilen getiri eğrileri arasındaki getiri farkının analizi, çalışmanın beşinci bölümünde detaylı olarak tartışılmaktadır.

Getiri eğrileri tahmininde kullanılan verilere ilişkin bir kez daha vurgulanması gereken önemli bir nokta, hem iskontolu hem de sabit kuponlu senetlerin aynı veri setinde bir araya getirildiğidir. Mevcut durumda, Hazine Müsteşarlığı tarafından ihraç edilen YTL cinsinden en uzun vadeli sabit kuponlu senet 5 yıllıktır. Buna ek olarak, daha önce de bahsedildiği üzere, 2006 sonrasında ihraç edilen senetler, stopajsız senetler için getiri eğrisi tahmin edilirken

---

<sup>7</sup> 22 Haziran 2006 tarihinde yabancı yatırımcılara uygulanan stopaj sıfırlanmış olmakla birlikte, bu makale yazıldığı tarihte yerli yatırımcılara uygulanan stopaj devam etmekte idi.

analiz dışında bırakılmaktadır.<sup>8</sup> Bu çerçevede, tahmin edilen getiri eğrilerinin yorumlanmasında iki noktaya özellikle dikkat edilmesi gerektiğini düşünüyoruz: Öncelikle, getiri eğrilerinin daha uzun vadeli ucu (5 yıl civarı), likiditesi görece olarak daha düşük ve piyasa oyuncularının risk algılamalarındaki değişimlere daha duyarlı görünen kuponlu senetler tarafından belirlenmektedir. İkinci olarak ise, mevcut durumda elimizde vadesine 3,5 yıl kalmış bir adet kuponlu senet bulunması ve stopajlı kağıtların analize dahil edilmemesi nedeniyle, 3,5 yıldan daha uzun vadede stopajsız getiri eğrisi tahmini dış değer bulma (extrapolation) yöntemiyle elde edilmektedir.<sup>9</sup> Bu nedenle, getiri eğrilerinin uzun vadeli ucunun dikkatli yorumlanması gerekir.

Getiri eğrisi tahmin edilirken likidite açısından benzerlik gösteren senetlerin kullanılması tercih edilmektedir. Ancak sınırlı sayıda senedin bulunması durumunda, düşük işlem hacmine sahip senetlerin tahmin setinin dışında bırakılması, senetler arası benzerliğin sağlanması ile her vadede yeterli sayıda verinin bulunması ikilemine yol açmaktadır. Türkiye özelinde, yakın dönemde ihraç edilmeye başlanan, düşük işlem hacmine sahip kuponlu senetlerin tahminlere dahil edilmemesi, getiri eğrilerinin uzun vadeli kısmındaki eğilimin yanlış modellenmesine neden olabilecektir. Türkiye’de getiri eğrilerinin uzun vadeli ucundaki eğilimi yakalayabilmeye imkan tanıyan, yakın dönemde ihraç edilmiş az sayıda senet bulunmaktadır. Dolayısıyla bunların tahmin setinin dışında bırakılması durumunda getiri eğrisinin uzun vadeli kısmındaki eğilimi öğrenmek mümkün olmayacaktır. Kuponlu senetlerin analize dahil edilmesi getiri eğrisinin uzun vadeli kısmını “çıpalamakta” ve bu vadeler için, her zaman düzey olarak değilse de, değişim oranlarında yorumlanabilir bilgi vermektedir.

Veri setinde gözlenen diğer bir özellik, gözlemlerin vade düzleminde eşit aralıklarla dağılmadığıdır. Makalenin yazıldığı sırada, vade düzleminde 1,5-2 yıla kadar görece olarak çok sayıda iskontolu senet bulunmakta, daha uzun vadeli uçta, vadesine 3,5 yıl kalan bir tane gözlem yer almaktadır. Öte yandan stopajlı getiri eğrisinde yeni kuponlu senetlerin ihracı ile zamanla vade uzayının uzak ucundaki senet sayısı da yavaş yavaş artmakta ve daha eskiden ihraç edilmiş olan uzun vadeli senetler orta vadeyi doldurmaktadır.

---

<sup>8</sup> 22 Ağustos 2006 tarihinden sonra stopaja tabi senet sayısı stopajsız senet sayısını geçtiği için stopaja tabi senetlerden tahmin edilen getiri eğrisi esas getiri eğrisi olarak kullanılmaya başlamıştır. Ayrıca, 01 Kasım 2006 tarihinden sonra vadesi üç aydan uzun stopajsız senet sayısının tahmin edilen parametre sayısının altına düşmesi sebebiyle, bu senetlerden getiri eğrisi tahmin edilememektedir.

<sup>9</sup> Yeni stopajlı 5 yıllık senetler ihraç edilmekte olduğu için stopajlı getiri eğrisinde bu ciddi bir sorun değildir.

#### 4. Getiri Eğrisinin Tahmin Edilmesi

Getiri eğrileri ikincil piyasada işlem gören farklı vadelerdeki ve farklı yapıdaki (iskontolu ya da farklı kupon ödeme dönemlerine sahip sabit kupon ödemeli) senetlere ilişkin oluşan fiyatlar kullanılarak tahmin edilmektedir. Tahmin yöntemi, gerçekleşen fiyatlar ile tahmin edilen fiyatlar arasındaki farkın asgariye indirilmesi esasına dayanmaktadır. Tahmin edilen fiyatlar hesaplanırken senede ilişkin tüm nakit akımlarının bugünkü değeri toplulaştırılmaktadır. Bu sayede sabit kuponlu senetler ile iskontolu senetler, birarada ele alınabilmektedir. Farklı vadelerdeki senetlerin varlığı, getiri eğrilerinin tahmininin temel yapıtaşını oluşturur. Getiri eğrisi olarak ifade edilen sürekli grafik her vade için tahmin edilen iskonto fonksiyonlarına karşılık gelen kuponuz getirileri gösterir.

Her gün İMKB Tahvil ve Bono piyasasında değişik vadelerdeki menkul kıymetler işlem görür. Ancak, herhangi bir vadedeki getirinin ne olacağı, söz konusu vadeye sahip bir bonoda işlem gerçekleşmediği sürece piyasada gözlenemez. Sınırlı sayıda menkul kıymet kullanılarak tahmin edilebilen getiri eğrileri, farklı (işlem gören bonoların olmadığı) vadelerdeki getiriler hakkında bilgi sunarlar.

Getiri eğrisi tahmininin iki önemli özelliğinin olması gerekir. İlk olarak, getiri eğrilerinin, belirli bir menkul kıymetin fiyatında gözlenebilecek, o senede has, genel beklentileri yansıtmayan aşırı dalgalanmalardan mümkün olduğunca az etkilenmesi ve bu sayede piyasa katılımcılarının faiz beklentileri ve risk primine ilişkin mümkün olduğunca fazla bilgi içermesi istenir. Türkiye ekonomisinde finansal piyasaların derinlik kazanmaya başlaması son birkaç yıldır gözlenen bir olgu olduğundan bono fiyatlarında bu tür aşırı dalgalanmalar görece olarak sıkça gözlenmektedir. Tahmin edilen getiri eğrisinin bu aşırı hareketlerden etkilenmemesi elbette tercih edilir. Türkiye için tahmin edilen getiri eğrilerinin sahip olması gereken diğer önemli bir özellik, hem iskontolu hem de sabit kuponlu senetlerin birlikte kullanılmasına imkan verilmesidir. Türkiye’de daha uzun vadeli (mevcut durumda beş yıl) ve sabit kuponlu kağıtların ihraç edilmesi son birkaç yıldır gözlenen bir durumdur. Bu nedenle, getiri eğrilerinin kısa vadeli ucunun iskontolu, daha uzun vadeli ucunun ise sabit kupon ödemeli senetler tarafından belirlenmesi, farklı türdeki senetlerin aynı veri setinde birleştirilmesini gerektirmektedir. Ancak veriye bakıldığında tahvil piyasasının kesimlere ayrılmış (segmente) olduğu, dolayısıyla iskontolu ve kuponlu senetlerin biraz farklıca fiyatlandırıldıkları görülmektedir. Getiri eğrisinin bu farklılığı yakalayabilmesi önemlidir.

Bu hususları dikkate alarak, Türkiye ekonomisi için getiri eğrilerinin tahmin edilmesinde az sayıda parametresi olduğu için tek tek senetlerin fiyatlarındaki oynaklıktan çok fazla etkilenmeyen, fakat getiri eğrisinin kısa ve uzun uçları arasındaki bölümlenmeyi yakalayabilen Extended Nelson Siegel (ENS) yönteminin kullanılmasının uygun olacağını düşündük.<sup>10</sup>

#### 4.1. Genişletilmiş (Extended) Nelson Siegel (ENS) Getiri Eğrisi

Bu bölümde Nelson-Siegel ve onun üzerine inşa edilen Extended Nelson-Siegel getiri eğrilerinin parametrik formlarının ve bunların iktisadi anlamlarının üzerinde duruyoruz.

##### 4.1.1 Nelson-Siegel (NS)

Nelson Siegel yönteminde, getiri eğrisi, anlık ileri valörlü (forward) oranların zaman içinde ikinci dereceden fark denkleminin ima ettiği bir yapıda hareket ettiği varsayımına dayanır. Burada detayına girmediğimiz bu denklemin köklerinden gelen bu ileri valörlü oranlar elde edildikten sonra denklem (5)'teki ilişki kullanılarak getiri eğrisi türetilmektedir. Getiri ve vade arasındaki ilişki dört parametre tarafından belirlenen bir fonksiyon ile açıklanmaktadır.

$$y(n) = \beta_0 + \beta_1 * \left[ \frac{1 - \exp\left(-\frac{n}{\tau_1}\right)}{\frac{n}{\tau_1}} \right] + \beta_2 * \left[ \frac{1 - \exp\left(-\frac{n}{\tau_1}\right)}{\frac{n}{\tau_1}} - \exp\left(-\frac{n}{\tau_1}\right) \right] \quad (6)$$

Bu parametrik formun iktisadi açıklaması; getiri eğrisinin kısa vadeli para politikası beklentilerinden kaynaklanan değişik vadelerdeki fiyatlandırmaları yakalayan bir bileşen, orta vadeli konjonktür dalgalanması beklentilerinden kaynaklanan fiyatlandırma davranışını yakalayan, böylece getiri eğrisinde bir kıvrım olmasına izin veren bir bileşen ve uzun vadede, ekonominin durağan düzeyindeki faiz beklentisini yakalayan bir bileşen düşünülerek yapılabilir.

Daha detaylı bakıldığında, NS yönteminde getiri eğrisinin şeklini belirleyen dört parametre ve bunların iktisadi yorumu şöyledir:

---

<sup>10</sup> Memiş (2006) iskontolu bono piyasasını çalıştığı uzmanlık tezinde bu piyasa için ENS yönteminin Nelson-Siegel ve kübik spline yöntemlerinden daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir.

$\beta_0$ , vadeye kalan gün sonsuza giderken getirilerin limit değerine eşittir. Bu parametre, DIBS piyasası katılımcılarının ekonominin durağan düzeyindeki (steady state) faiz beklentisini (bir vade primi ile birlikte) verir. Bununla beraber, Türkiye’de mevcut durumda 5 yıldan uzun vadeli senet olmadığı için, bu parametre iyi tahmin edilememekte ve ekonomik birimlerin denge faiz oranına ilişkin beklentilerini yansıtmamaktadır. 30 yıl vadeli senetlerin işlem gördüğü Amerikan bono piyasasında dahi bu parametrenin tahmini sorunludur, öte yandan, Türkiye’de de Amerika’da da bu parametrenin tahmin edilmesindeki sorunlar getiri eğrisinin genel tahmin başarısını bozmamaktadır.

$\beta_0 + \beta_1$ , vadeye kalan gün sıfıra giderken getirilerin limit değerine eşittir, yani anlık faiz oranını verir. Dolayısıyla  $\beta_1$  kısa vadeli getiri ile uzun vadeli getiri arasındaki farka eşittir. Diğer bir ifadeyle  $\beta_1$  getiri eğrisinin eğiminin (sonsuz ve sıfır vadeli getiriler arasındaki farkın) negatif işaretli değeridir.

$\tau_1$ , getiri eğrisindeki kıvrımın yerini (hangi vadede oluşacağını) belirler. Ayrıca, tau değeri vade uzarken açıklayıcı değişkenlerin sıfıra yakınsama hızını belirlemektedir. Küçük (büyük) tau değerlerinde vade uzarken açıklayıcı değişkenler daha kısa (uzun) sürede sıfıra yakınsamaktadır. Dolayısıyla küçük tau değerleri getiri eğrisinin kısa vadeli ucundaki kıvrımlara daha iyi örtüşme sağlarken, yüksek tau değerleri getiri eğrisinin uzun vadeli ucunun daha iyi örtüşmesine imkan tanımaktadır.

$\beta_2$ , getiri eğrisindeki kıvrımının büyüklüğünü ve yönünü belirler.  $\beta_2$  pozitif (negatif) ise, vadenin  $\tau_1$ ’e eşit olduğu noktada getiri eğrisi tümsek (çukur) şeklini alır. Bu parametre, tau ile birlikte, konjonktür dalgalanmasına bağlı olarak beklenen faiz patikasını getiri eğrisine dahil eder.

#### 4.1.2 Extended Nelson-Siegel (ENS)

ENS yönteminde ise getiri ve vade arasındaki ilişki altı tane parametre tarafından belirlenen bir fonksiyon ile açıklanmaktadır.

$$y(n) = \beta_0 + \beta_1 * \left[ \frac{1 - \exp\left(-\frac{n}{\tau_1}\right)}{\frac{n}{\tau_1}} \right] + \beta_2 * \left[ \frac{1 - \exp\left(-\frac{n}{\tau_1}\right)}{\frac{n}{\tau_1}} - \exp\left(-\frac{n}{\tau_1}\right) \right] + \beta_3 * \left[ \frac{1 - \exp\left(-\frac{n}{\tau_2}\right)}{\frac{n}{\tau_2}} - \exp\left(-\frac{n}{\tau_2}\right) \right] \quad (7)$$

Bu fonksiyonel form, NS eğrisinden farklı olarak getiri eğrisinde ikinci bir kıvrıma müsaade eder. Türkiye’de getiri eğrisi tahmin edilmesinde sabit kuponlu kağıtların da analize dahil edilmesi ve söz konusu senetlere ilişkin risk priminin de getiri eğrisine eklenebilmesi amacıyla, getiri eğrilerinde ikinci kıvrımın oluşmasına izin verilmesinin, tahmin edilen eğrinin iktisadi olarak daha etkin bir biçimde analiz edilmesine imkan vereceği düşünülmektedir. Bu çerçevede, getiri eğrilerinde ikinci kıvrımın oluşmasına izin veren ve eğrinin şeklini altı parametre tarafından belirleyen ENS yöntemi, Türkiye için tahmin edilen getiri eğrisi için kullanılan temel yöntemdir. Bu fonksiyonel formda, NS yönteminde getiri eğrisinin şeklini belirleyen dört parametreye ek olarak aşağıda açıklanan iki parametre de tahmin edilmektedir:

$\tau_2$ , getiri eğrisindeki ikinci kıvrımın yerini belirlemektedir.

$\beta_3$ , getiri eğrisindeki ikinci kıvrımının büyüklüğü ve yönünü belirlemektedir.  $\beta_3$  pozitif (negatif) ise,  $\tau_2$ ’de getiri eğrisi tümsek (çukur) şeklini alır.

Bu çalışmada, ENS fonksiyonel formu kullanılarak, getiri ile vade arasındaki ilişki iskonto fonksiyonları bazında modellenmektedir. Buna göre, en iyi fiyat örtüşmesini sağlayan parametre kümesi doğrusal olmayan en küçük kareler (nonlinear least squares) yöntemi kullanılarak tahmin edilmektedir. Fiyat ile getiri arasındaki ilişki doğrusal olmadığından, fiyat hatalarını minimize ederek yapılan tahminler, vadeye kalan günü kısa olan senetler için yüksek getiri hatalarına neden olabilmektedir. Yani fiyat uzayında aynı ağırlığı alan senetler vade uzayında farklılaşmakta ve uzun vadeli senetler daha büyük ağırlık elde etmektedirler. Fiyatlar ve getiri arasındaki ilişkinin doğrusal olmamasının neden olduğu bu problem, fiyat üzerinde yapılan ekonometrik çalışmanın getirileri en iyi tahmin etmesi için, senetlerdeki fiyat tahmin hatasının senedin uyarlanmış süresinin (modified duration) tersi ile ağırlıklandırılması ile aşılmaktadır.<sup>11</sup>

Tahminlerde parametrelere bazı kısıtlamalar getirilmektedir. Buna göre vade sonsuza giderken getirilerin alabileceği değeri gösteren  $\beta_0$  için alt sınır %0 üst sınır ise %25 olarak

---

<sup>11</sup> Bu ağırlıklandırmanın neden “doğru” ağırlıklandırma olduğuna dair Gürkaynak, Sack ve Wright’a (2006) bakılabilir.

belirlenmiştir. Kıvrımların yerini belirleyen tau değerleri ise 0.1 ile 30 arasında sınırlandırılmıştır.

Uygulamada, herhangi bir günün tahmin sonucu, bir sonraki gün için tahmin edilecek parametrelerin optimizasyonunda başlangıç değerleri olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, sonuçların başlangıç değerlerine karşı hassas olabileceğinden hareketle, tahmin edilen dönemin faiz yapısı dikkate alınarak oluşturulmuş standard başlangıç katsayı seti kullanılmaktadır. Her gün için, getiri eğrisi başlangıç katsayı setindeki olası değerler kullanılarak tahmin edilmekte, ortalama karesel hata (mean square error) kriterine göre en küçük değeri veren parametreler o günkü tahminlere temel oluşturmaktadır.

## 5. Uygulama

Bu bölümde yukarıda anlatılan yöntemle tahmin edilen getiri eğrilerinin şekilleri, tahmin başarıları ve bazı kullanım alanlarını tanıtıyoruz.

### 5.1 Getiri Eğrisinin Genel Tartışması

Getiri eğrilerinin iktisadi analizde kullanımına geçmeden önce ENS fonksiyonel formunun Türkiye DİBS piyasasına uygunluğu ve yakın tarihte getiri eğrilerinin davranışı hakkında fikir vermek faydalı olacaktır. Dolayısıyla, önce ENS getiri eğrisinin performansını tartışıyoruz.

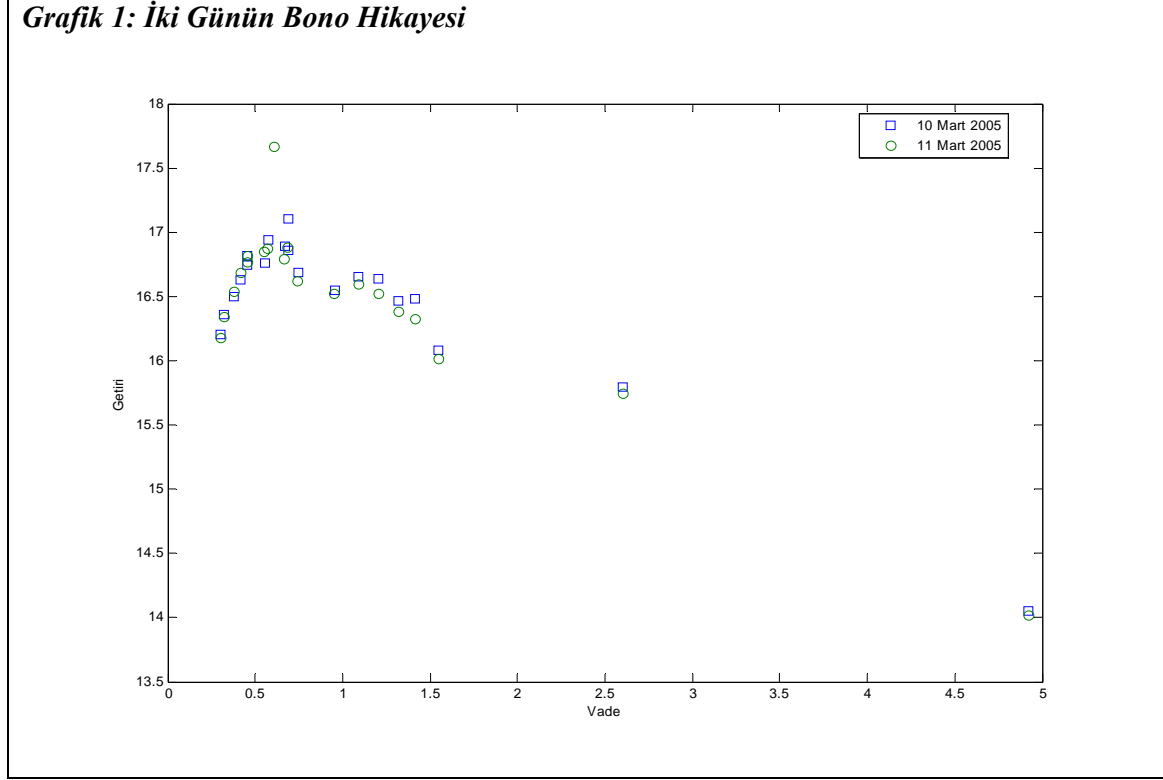
#### 5.1.1 Getiri Eğrisinin Performansı

Yukarıda tanıtılan getiri eğrisinin uygulamasını tanıtmak için getiri eğrisi tahmin etmenin neden gerekli olduğunu da gösteren bir örnek ile başlıyoruz. Grafik 1’de 10 ve 11 Mart 2005 tarihlerinde ikincil piyasada el değiştiren bonoların iç verim oranları gösterilmiştir.<sup>12</sup> Kare ile gösterilen 10 Mart 2005’teki oranlarla, yuvarlak ile gösterilen 11 Mayıs’taki oranlar karşılaştırıldığında bunlar arasında ciddi bir fark olmadığı, yani bu iç verim oranlarının altında yatan getiri eğrilerinin fazla değişmediği bellidir. Öte yandan, 251 gün vadeli bononun 11 Mart’ta hem 10 Mart’a kıyasla, hem de aynı gün yakın vadelerdeki getirilere kıyasla fazla yüksek bir getiriyi ima ettiği de ilk bakışta göze çarpmaktadır. Bu durum, söz konusu bononun o gün beklenmedik bir fiyattan el değiştirdiğini ve aslında o vadedeki getiriyi ifade etmediğini göstermektedir. Dolayısıyla, 11 Mart’ta 251 gün vadeli getiriyi bu bonodan değil

---

<sup>12</sup> İç verim oranı (internal rate of return) bir senedin vadeye kadar elde tutulduğu ve ara dönemde oluşan nakit akımlarının vadeye kadar iç verim oranından yeniden (kesikli zamanda) yatırıma dönüştüğü varsayımı altında yatırımının ortalama kazanç oranını göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, senet alınırken ödenen fiyatın ve nakit akımlarının bilindiği bir durumda nakit akımlarının bugünkü değerini fiyata eşitleyen kazanç oranıdır.

yakın vadeli bonoların getirilerinin ara değeri (intrapolation) ile ölçmek daha doğru olacaktır. Getiri eğrisinin de bu “özel” bonodan fazla etkilenmeyip o vadedeki getiriye getirilerin genel şeklinden tahmin etmesi istenir.<sup>13</sup>



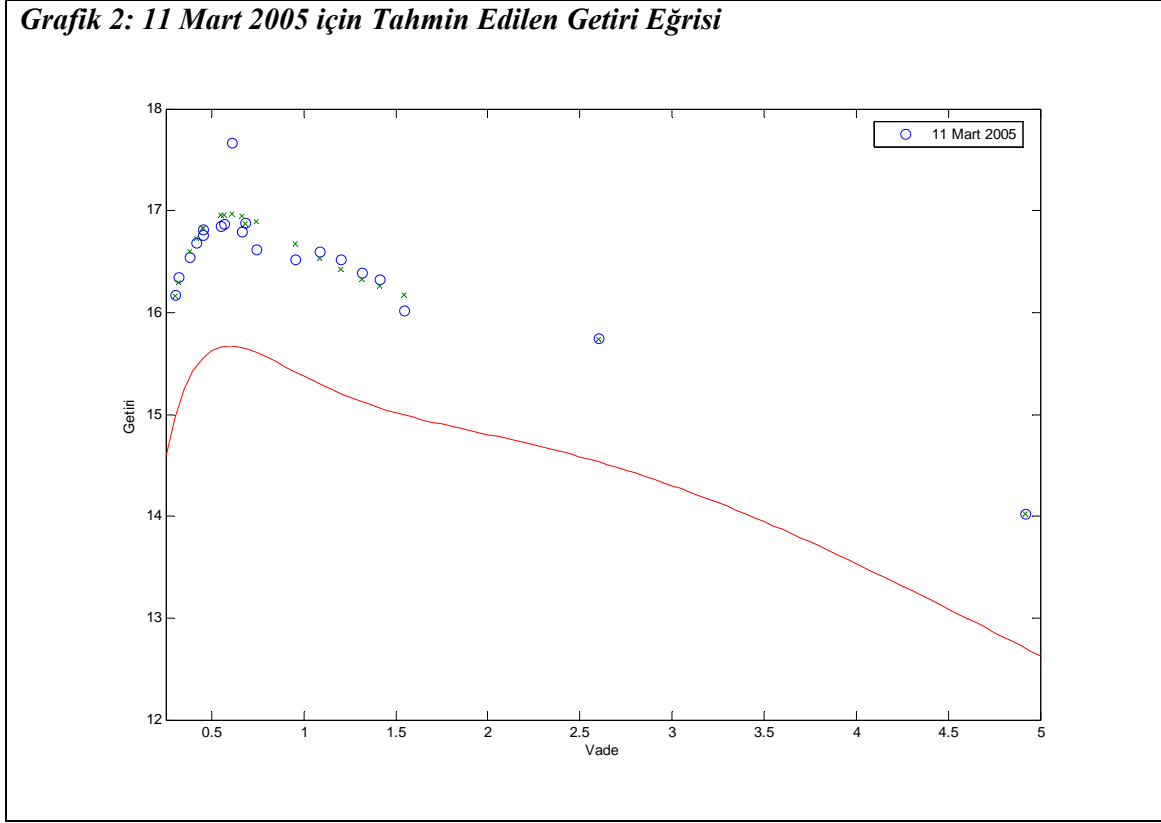
11 Mart 2005'teki veriyle tahmin ettiğimiz ENS getiri eğrisinin şekli ve performansı Grafik 2'de görülebilir. Bu grafikte yuvarlaklar Grafik 1'de gösterilen (gerçek) iç verim oranları, çarpılar aynı bonolar için getiri eğrisinin ima ettiği (tahmini) iç verim oranları ve çizgi de getiri eğrisidir. (Kuponlu bonolar için getiri eğrisini kullanarak bononun nakit akımlarının bu günkü değerlerini toplulaştırarak elde ettiğimiz tahmini fiyatın ima ettiği iç verim oranı çarpı ile belirtiliyor). Çarpıların yuvarlaklara yakın olması getiri eğrisinin veriye iyi oturduğunu gösterir. Bu ölçüyle ENS getiri eğrisinin Türkiye bono piyasası verisine etkileyici derecede iyi uyduğu ortaya çıkıyor. Bu grafikte getiri eğrisiyle çarpıların farklı olması getiri eğrisinin sürekli, iç verim oranının ise kesikli zamanda bileştirilmesinden kaynaklanıyor. İskontolu senetlerde, söz konusu fark sadece bu etkiye bağlı olarak açıklanırken, kuponlu bonoların olduğu vadelere getiri eğrisinin kuponsuz (zero coupon) getirileri göstermesi bu farkı daha

<sup>13</sup> Bu bononun o tarihte neden bu şekilde fiyatlandığını bilmiyoruz, ancak değişik tarihlerde değişik bonoların özel olması sıkça görülen bir durumdur. Bu, mesela, büyük repo kontratlarının belli bir bono üzerine yazılması yüzünden ya da bazı bonoların (örneğin gösterge bonoların) likiditelerinin yüksek olmasından kaynaklanabilmektedir.



da artırıyor. Bu çalışmanın vurgusu getiriler üzerine olduğundan, iç verim oranlarını sadece getiri eğrisinin veriyi açıklama kabiliyetinin grafiksel gösterimi için kullanıyoruz.

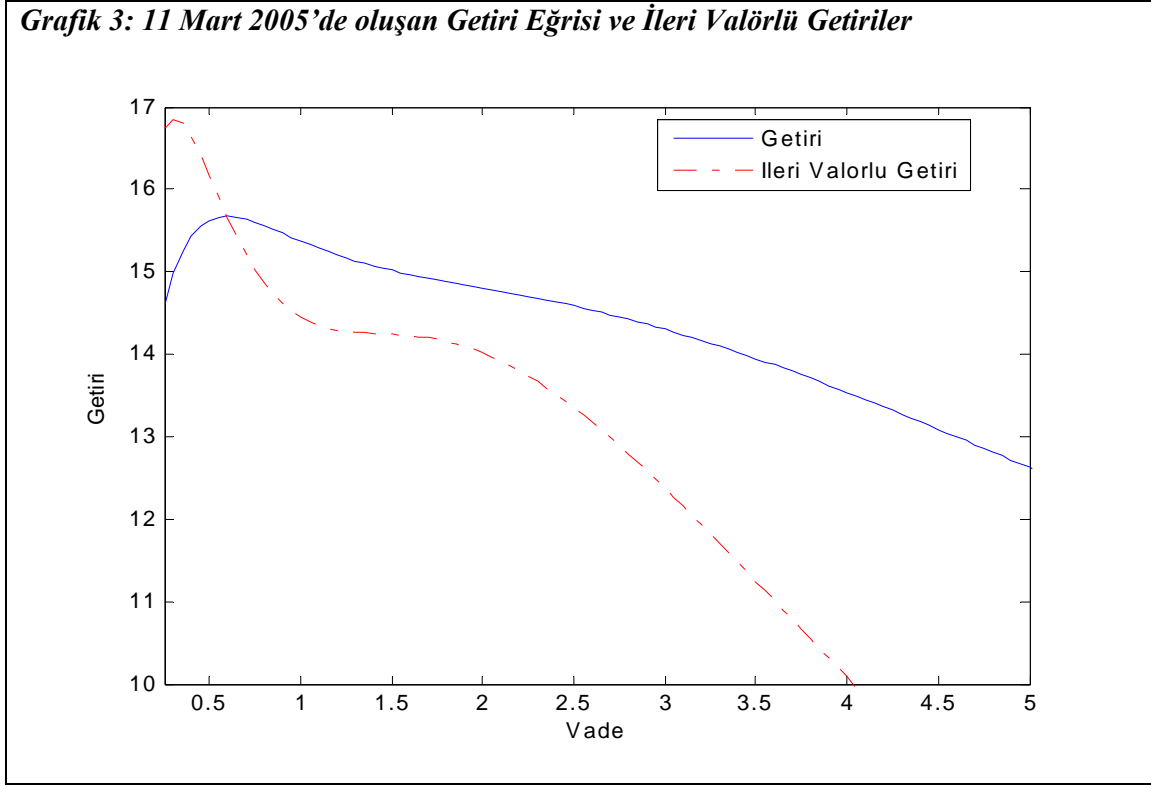
**Grafik 2: 11 Mart 2005 için Tahmin Edilen Getiri Eğrisi**



Getiri eğrisi ve ileri valörlü getiriler, daha önce de belirtildiği gibi, aynı bilginin farklı gösterimleridir. Sürekli bileştirme altında belli bir vadedeki iskontolu getiri o vadeye kadar olan anlık ileri valörlü getirilerin ortalamasıdır. Bu, örnek günümüz olan 11 Mart 2005 tarihindeki getiri eğrisini ve ileri valörlü getirileri birlikte gösteren Grafik 3'ten de görülebilir. Burada, beklendiği gibi, ileri valörlü getiriler getiri eğrisinin üzerindeyken getiri eğrisi yükselmekte, ileri valörlü getiriler getiri eğrisinin altına düştüğünde getiri eğrisinin eğimi azalmaktadır.<sup>14</sup> Bu grafiğin işaret ettiği bir diğer gözlem de ENS yönteminin ileri valörlü getirilerde altı ay ve iki yıl civarında oluşmuş olan iki kavisi tahmin etmek için yeterli esneklik sağlamış olduğudur.

<sup>14</sup> Böyle bakıldığında getiriler ve ileri valörlü getiriler arasındaki ilişki, ortalama ve marjinal değerler arasındaki ilişkiyle aynıdır.

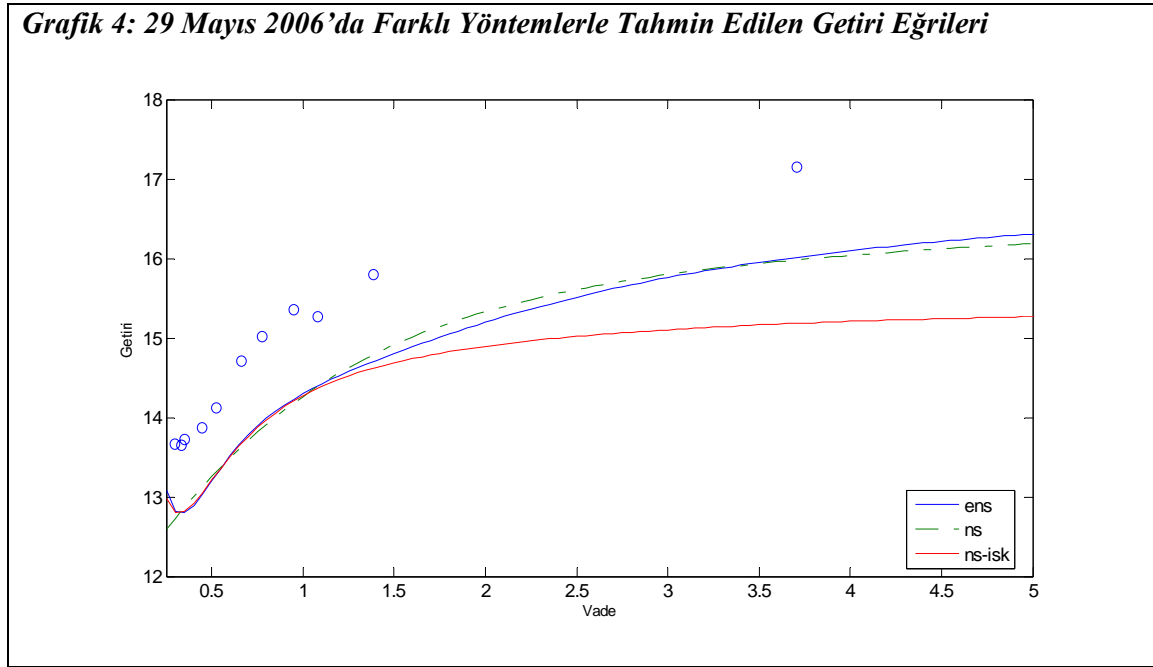
**Grafik 3: 11 Mart 2005’de oluşan Getiri Eğrisi ve İleri Valörlü Getiriler**



Kuponlu ve iskontolu senetlerin birlikte kullanılmasının ve Nelson-Siegel yerine ENS parametrik formundan faydalanılmasının neden önemli olduğunu görmek için Grafik 4’te , aynı gün için üç değişik getiri eğrisi sunulmaktadır. Bunlardan ilki, en altta görülen, sadece iskontolu senetler kullanılarak tahmin edilen NS getiri eğrisidir (kuponlu bonoların olmadığı bir uzayda ENS’nin fazladan parametrelerine ihtiyaç olmadığı için bu iskontolu senetlerle sadece NS eğrisi tahmin edildi), yani en uzun vadeli iki kuponlu bono bu eğrinin tahminine katılmamıştır. Bu çizginin üzerinde yer alan her iki eğri, kuponlu bonolar da kullanılarak tahmin edilmiştir. Bunlardan kesikli çizgiyle gösterilen NS, düz çizgiyle gösterilen ise ENS eğrisidir.

Bu grafikten çıkan ilk sonuç, iskontolu bonoların sık oldukları bir buçuk yıl vadeye kadar her üç eğrinin de birbirine yakın olduğu, yani verinin çok ve her üç eğriye de uygun (bir kıvrımla tahmin edilebilir) olduğu kısımda üç eğrinin de aşağı yukarı aynı getirileri tahmin ettiğiidir. Daha önemli olan ikinci sonuç ise sadece iskontolulardan tahmin edilen eğrinin uzun vadelerdeki tahmin başarısızlığıdır. Bundan derhal çıkan sonuç, verinin hiç olmadığı vadelerde dış değerlendirme (extrapolation) ile yapılan tahminlere güvenilemeyeceği, yani uzun vadeden bahsetmek için kuponlu bonoları tahmine dahil etmenin elzem olduğudur. Kuponlu

bonolar dahil edildiğinde NS ve ENS parametrik formları birbirine yakın tahminler vermekte, fakat ENS yöntemi kuponlu bonoları fiyatlandırmakta daha başarılı olmaktadır.<sup>15</sup>



### 5.1.2 Kısa Bir Bono Piyasası Tarihçesi: Getiri Eğrisi Yüzeyi

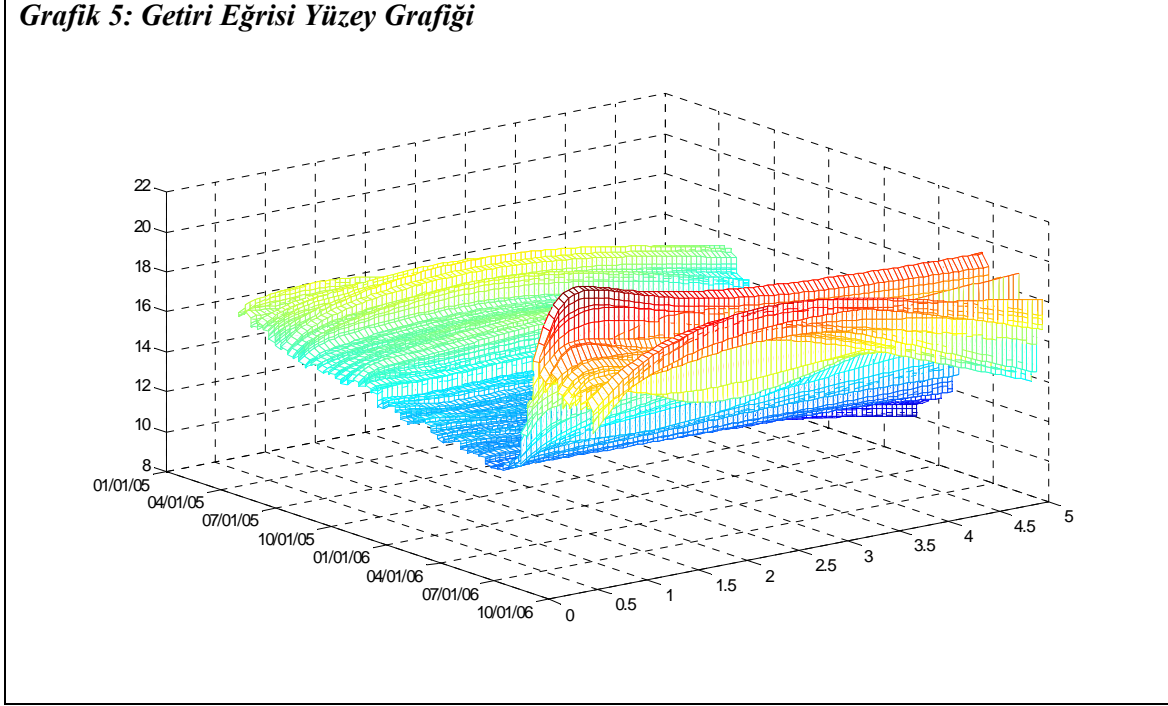
Extended Nelson-Siegel yöntemini kullanarak, sabit getirili Hazine kağıtları için getiri eğrisi beş yıl vadeli senedin işlem görmeye başladığı, 16 Şubat 2005 tarihinden günümüze günlük olarak tahmin edildi. Türkiye’de geçmiş yıllarda Nelson Siegel yöntemi kullanarak getiri eğrisi tahmin eden çalışmalar bulunmaktadır (Alper (2004), Memiş (2006), Gürcihan (2004), Yoldaş (2002)). Ancak bu çalışmalarda sadece iskontolu senetler kullanılmış, bu nedenle getiri eğrisi kısa vadede tahmin edilmiştir.

Tahmin edilen getiri eğrileri üç boyutlu bir şekil olarak Grafik 5’te görülebilir. Bu grafikte her bir tarihte vade yönünde uzayan çizgi Grafik 2’deki gibi bir getiri eğrisidir. Söz konusu dönemde, Mayıs 2006’da yaşanan dalgalanmaya kadar, genel olarak getiri eğrilerinin aşağı doğru kaydığı gözlenmektedir. Burada başlayan “dalgalanma” ile yükselen getiriler Temmuz 2006 sonrasında tekrar düşmeye başlamıştır. Getiri eğrileri düzey olarak gerilerken eğimleri de azalmıştır. Enflasyon beklentisi ve risk algılamalarındaki azalmanın etkisiyle getiri eğrileri aşağı kayarken, eş zamanlı olarak, vade priminin gerilediği, buna bağlı olarak getiri eğrisinin

<sup>15</sup> Hangi getiri eğrisinin daha “iyi” olduğu tahmin edilen iç verim oranlar grafikte gösterilmedikleri için aşikar değil. Bu hesapları yapmış ve aktarılanların doğruluğunu teyit etmiş olarak, yerden tasarruf etmek için her bir eğrinin tahmin başarısını ayrıca göstermemeyi tercih ettik.

eğiminin de azaldığı düşünülebilir. Getiri eğrileri genel olarak, 1,5 yıl vadeye kadar artmakta, getiri eğrisinin 1,5 yılı aşan kısmı kuponlu senetlerin konumuna göre (genellikle negatif eğimli) şekil almaktadır.

**Grafik 5: Getiri Eğrisi Yüzey Grafiği**



Getiri eğrilerinin uzun (beş yıla doğru) ucundaki eğimin genellikle negatif olması önemli bir bulgudur. İskontolu ve kuponlu bonoların getirileri kıyaslanabilir olmadıkları için hangi vadede borçlanmanın daha ucuz olduğunu görmek için kuponlu tahvillerin de dahil oldukları bir getiri eğrisi tahmin etmek gerekir. Bu şekilde tahmin edilen getiri eğrisinden görülüyor ki yıllık bazda bir lirayı beş yıl vade ile borç almak Hazine'ye iki yıl vadede borç almaktan daha ucuza gelmektedir. Bu gözlem, piyasa katılımcılarının enflasyonun ve bununla birlikte faizlerin iki-beş yıl arasında düşmesini beklediklerine işaret ediyor olabilir.

Grafik 5'te görülen getiri eğrileri sert oynamalar göstermezken, bu eğrilerin altında yatan parametreler zaman içinde istikrarsız hareket etmektedir.<sup>16</sup> Tahmin edilen senet fiyatları fazla değişim göstermezken, parametreler günden güne büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Bu fiyatları neredeyse aynı derecede iyi açıklayan, diğer bir ifadeyle aynı getiri eğrisine tekabül eden, birden fazla parametre seti olması parametrik getiri eğrilerinin genel bir kısıtıdır. Burada vurgulanması gereken şey, en iyi getiri eğrisine karşılık gelen parametre setinin tek

<sup>16</sup> Bu parametreler yerden tasarruf etmek için gösterilmemiştir.

olmamasından ziyade, bu parametre setlerinin işaret ettikleri getirilerin çok küçük farklılıklar göstermeleridir.

Uzun ve kısa vadeli getiri arasındaki fark piyasa katılımcılarının nominal faiz beklentilerini ve reel faiz sabitken enflasyon bekleyişlerini, bir vade primiyle birlikte yansıtmaktadır. Vade primi olmadığı durumda pozitif eğimli getiri eğrisi nominal faizlerin artacağı beklentisine işaret etmektedir. Ancak vade priminin varlığı bu yönde bir çıkarım yapılmasını zorlaştırmakta ve vade priminin değişkenlik göstermesi, getiri eğrisinin, gelecek dönem faiz beklentisine yönelik bilgi içeriğini gölgelemektedir. Pozitif eğimli getiri eğrisine şeklini veren ileri valörlü faiz oranı hem faiz beklentisi hem de vade priminden oluşmaktadır. Faiz beklentisi artış yönünde değilken vade priminin varlığı getiri eğrisinin pozitif eğimli olmasına neden olabilmektedir. Vade primi mevcut, ama sabit ise getiri eğrisinin eğimindeki değişikliklerden faiz beklentisindeki değişimlere ilişkin bilgi edinilebilir. Vade primi sabitken getiri eğrisinin eğiminin artması faiz beklentisinin arttığını gösterir. Vade priminin günden güne çok fazla değişmediği varsayımıyla, getiri eğrisinden gelecek dönem faiz beklentisine ilişkin bilgi elde edilebilir. Bu varsayımın ne zaman makul olup ne zaman olmadığına karar vermek iktisat literatürünün hala üzerinde uğraştığı bir alandır.

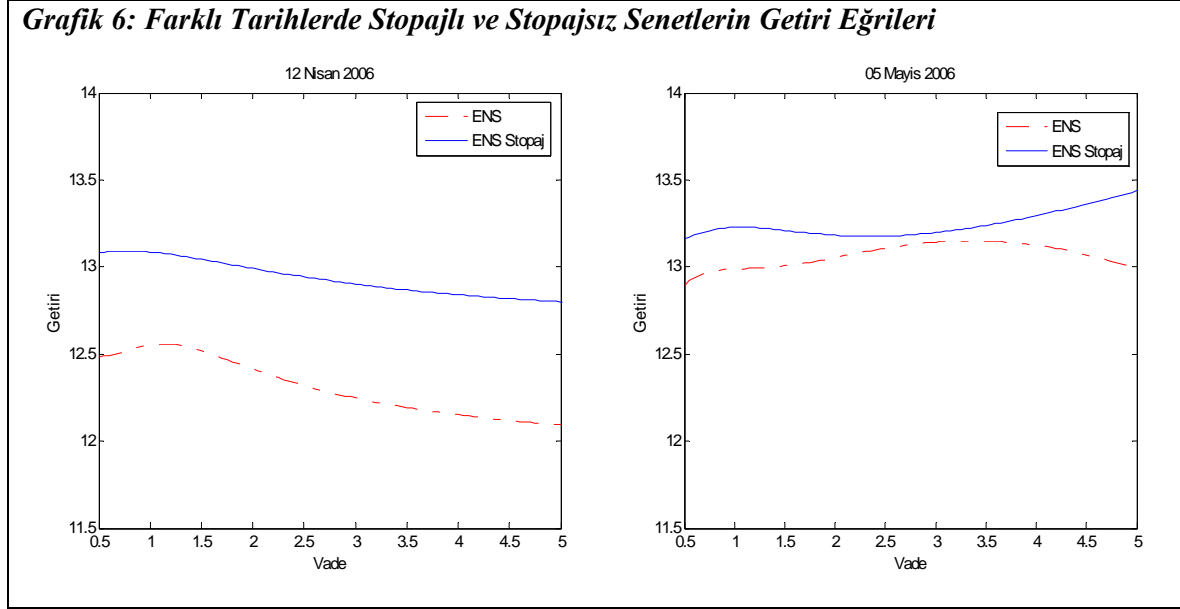
## *5.2 Getiri Eğrisinin Kullanımı: Örnekler*

Bu çalışmada tahmin edilen ENS getiri eğrilerinin Türkiye piyasasına uygunluğunu gösterdikten sonra şimdi de getiri eğrileri kullanılarak yapılabilecek iktisadi çıkarımlara bazı örnekler veriyoruz.

### *5.2.1 Yabancı yatırımcılar için stopajın kaldırılmasının etkisi*

Getiri eğrisi tahmin edilirken karar verilmesi gereken bir konu, farklı vergi oranlarına tabi senetlerin tahmininde birlikte kullanılmasıdır. Türkiye’de 2006 yılından itibaren ihraç edilen senetlere stopaj uygulamasının getirilmesi ve bu düzenlemeye son dönemde getirilen bir değişiklikle yerli ve yabancı yatırımcı arasında stopaj oranının farklılaştırılması, tahminlere stopajlı senetlerin ne ölçüde dahil edilmesi gerektiği sorusunu ortaya çıkarmıştır. ENS yöntemiyle yapılan tahminlerde, stopajlı senetlerin veriye dahil edilmesinin eğrinin genel eğilimini bozucu etkisi olmaktadır. Grafik 6’da gösterilen iki farklı günde sadece stopajlı ve sadece stopajsız senetler kullanılarak tahmin edilen getiri eğrilerinin arasında sabit veya sabite yakın bir fark olmadığı görülebilir. Her iki günde de, bekleneceği gibi, stopaja tabi senetlerden tahmin edilen getiri eğrisi stopajsız senetlerden elde edilen getiri eğrisinin

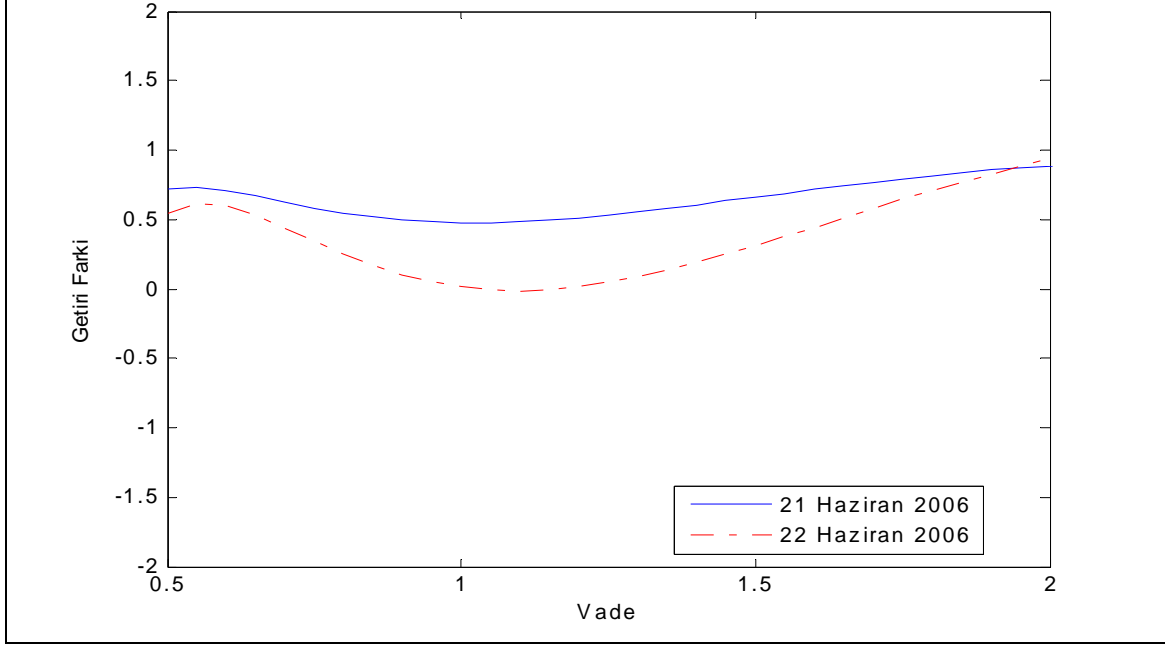
üzerindedir. Öte yandan stopajın etkisi hem aynı gün için vadeler arasında, hem de aynı vade için değişik günler arasında farklılık göstermektedir. Bu değişken etki, stopajlı senetlerden vergi etkisinin güvenilir şekilde ayrıştırılmamasına neden olmaktadır.



Grafik 6'da gösterilen getiri eğrileri stopajlı ve stopajsız senetlerin getirilerinin doğrudan karşılaştırılmasıyla elde edilemeyecek bir bilgi veriyorlar. Stopajlı ve stopajsız senetlerin getirileri, stopaj yüzünden de, bu senetler aynı vadede olmadıkları için de farklı olabilirler. Diğer taraftan, getiri eğrileri sabit vadeleri karşılaştırma imkanı verdikleri için burada ortaya çıkan farklılıkların stopajın etkisi olduğu kuşkuyla yer bırakmıyor.

Yabancı yatırımcılar için stopajın kaldırılmasının etkisini görmek için stopajın kaldırıldığı gün ve ertesi günün stopajlı ve stopajsız getiri eğrileri arasındaki farka bakılabilir. Bu vaka çalışmasının, eğer yabancı yatırımcılar için stopajın kaldırılmasının bir etkisi olduysa, stopaj kaldırıldıktan sonra aynı vadede iki tür getiri arasındaki farkın azalmış olduğunu göstermesi beklenir. Bu vaka çalışması Grafik 7'de sunulmuştur.

**Grafik 7: Yabancı Yatırımcılara Uygulanan Stopajın Kaldırılmasının Etkisi**



Bu grafikte üstteki düz çizgi stopajın kaldırıldığı günden bir gün öncesinde tahmin edilen stopajlı ve stopajsız getiriler arasındaki *farkı* her vadede gösterirken, alttaki kesikli çizgi aynı farkı stopajın kaldırılacağı gün için göstermektedir (bu bilgi Reuters’de 22 Haziran 2006’da 09.09’da yer aldı ve 09.27’ye kadar yavaş yavaş ayrıntılar geldi). Kesikli çizginin her vadede düz çizginin altında ve sıfıra yakın olması stopajın kaldırılmasından sonra stopajlı bonoların getirilerinin stopajsız bonolara yaklaştığını, yani stopajın kaldırılmasının beklenen sonucu verdiğini göstermektedir.

### 5.2.2 Gösterge Bononun Likidite Primi ve Sabit Vadeli Getiriler

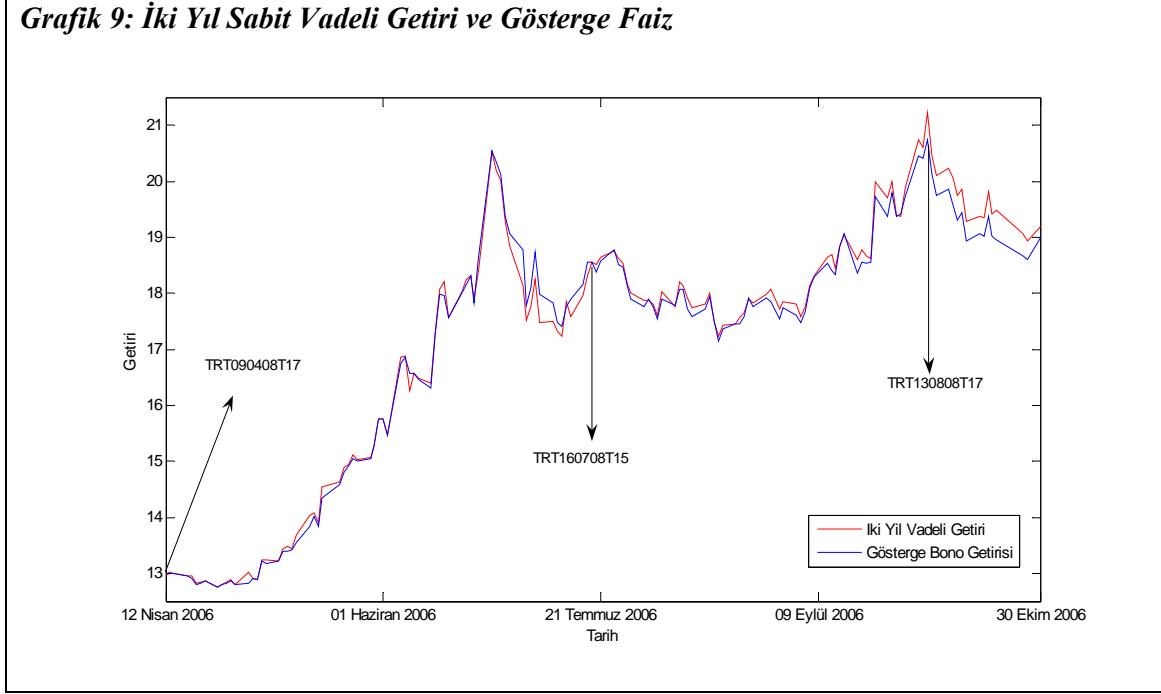
Bono piyasasında belli senetler gösterge bono olarak ilan edilmekte ve özel ilgi görmektedirler. Getiri eğrisi kullanılmadan faizlerden bahsedilirken genellikle bu bonoların faizlerine atıf yapılır. Bu senetler çok sık el değiştirmekte, yani yüksek likiditeye sahip olmaktadır. Likit varlık tutmak istenen bir şey olduğu için, genellikle, piyasa katılımcılarının gösterge bonoları kıyaslanabilir vadelerdeki bonolardan daha yüksek fiyatladıkları düşünülmektedir. Bu, gösterge bonoların bir likidite priminin olduğu anlamına gelir ve bu da bir getiri eğrisi yardımıyla ölçülebilir. Grafik 8, gösterge bononun sürekli bileşik getirisini, getiri eğrisinden tahmin edilen ve o gün gösterge bonuyla tam aynı vadeye sahip olan getiriyle kıyaslamaktadır.





Dolayısıyla, faizlerin zaman içindeki değişiminden bahsederken sabit vadeli getirileri kullanmak, gösterge bonoyu takip etmekten daha sağlıklı bilgi verecektir.

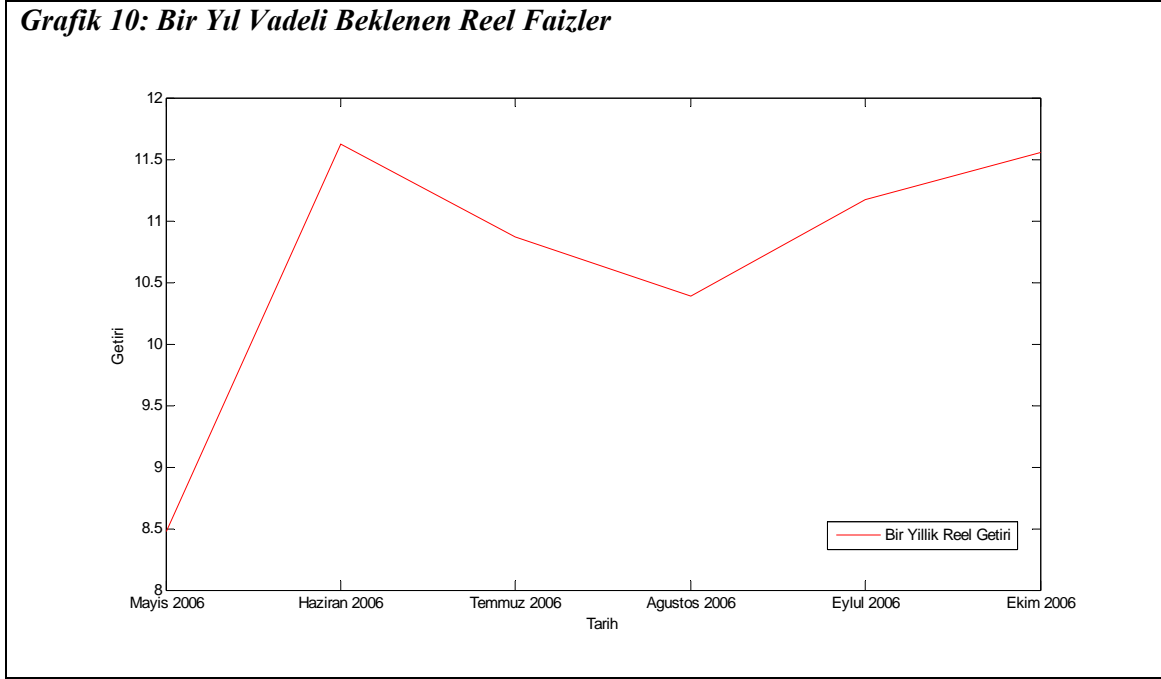
**Grafik 9: İki Yıl Sabit Vadeli Getiri ve Gösterge Faiz**



### 5.2.3 Reel Faiz Beklentileri

Merkez Bankası'nın yaptığı beklenti anketinde sorduğu sorulardan biri gelecek on iki ayın enflasyon beklentisidir. On iki aylık nominal faiz bu vadedeki reel faiz ve enflasyon beklentisinin (ve bir vade priminin) toplamı olduğu için, bir yıllık sabit vadeli getiriler ile beklenti anketinden elde edilen veriler kullanılarak, bir yıllık beklenen reel faizler hesaplanabilir. Bu şekilde elde edilen reel faizin zaman serisi Grafik 10'da gösterilmiştir. Grafik 8 ve Grafik 9 ile bunları takip eden tartışmadan da anlaşılacağı gibi, reel faizlerin hesaplanmasında sabit vadeli faiz yerine herhangi bir gerçek bononun faizi nominal getiri ölçüsü olarak kullanılıyorsa, beklenen reel faiz serisi nominal bono vadesindeki değişiklikleri ve bu bonolara has fiyatlama özelliklerini de yansıtarak yanıltıcı bir bilgi verecekti.

**Grafik 10: Bir Yıl Vadeli Beklenen Reel Faizler**

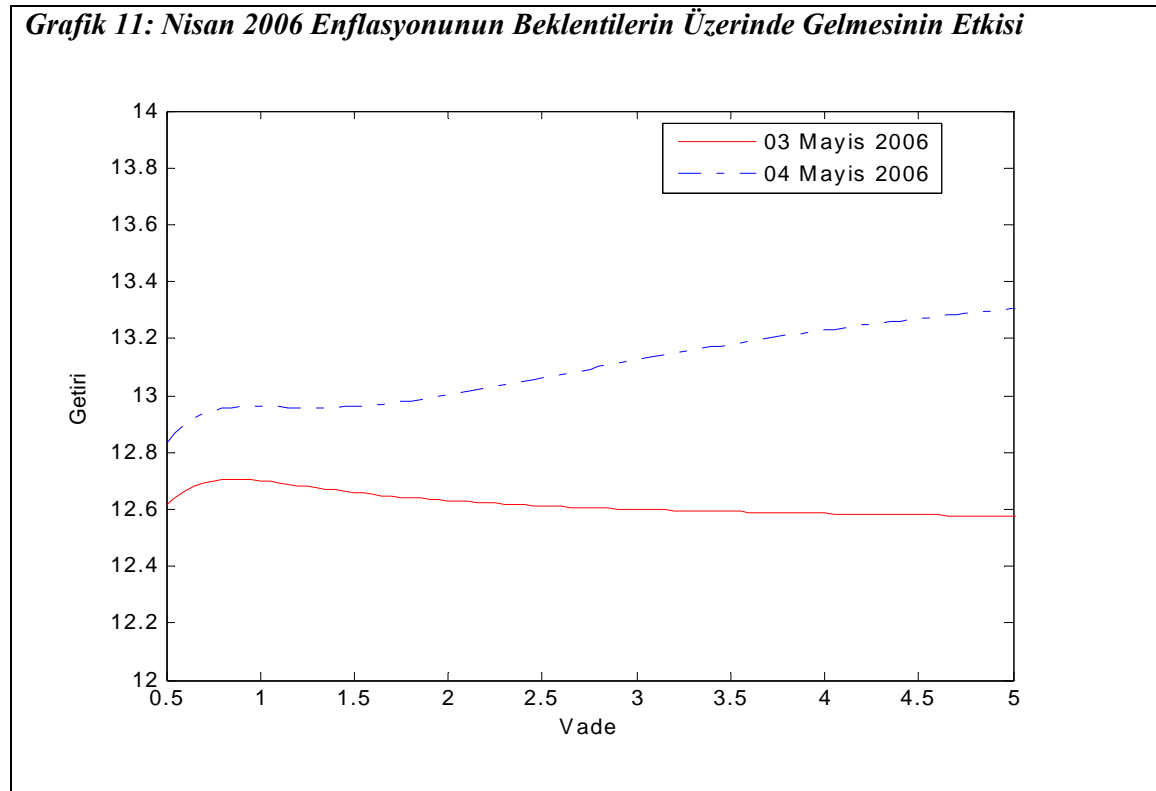


#### 5.2.4 Beklentilerin Enflasyon Rakamlarına ve Para Politikasına Tepkisi

Getiri eğrilerinin en önemli kullanım alanlarından biri makro ekonomik veri açıklamalarının beklentileri nasıl etkilediğinin ölçülmesidir. Yeni veri ile ilgili bilgi piyasalara ulaşmadan önceki ve sonraki getiri eğrilerine bakılarak beklentilerin değişip değişmediği görülebilir. Eğer piyasalara ulaşan bilgide ilerideki gecelik faiz beklentilerini (her vadedeki getiriler o vadeye kadarki ileri valörlü gecelik faizlerin ortalaması olduğu için) ve risk algılamasını değiştirecek bir şey yoksa getiri eğrisinin değişmemesi beklenir. Sabit getirili senetler geleceğe bakılarak fiyatlandırıldıkları için beklentileri değiştiren haberler bono fiyatlarını ve dolayısıyla getirileri de değiştirecektir. Her haberin öncesinde ve sonrasında beklenti anketi yapılamayacağı için ve daha da önemlisi, piyasada ortaya çıkan fiyatlar piyasa katılımcılarının kolektif beklentilerini yansıttıkları için, belli bir bilginin piyasaya ulaştığı gün getiri eğrisinin buna tepkisini ölçerek yapılan vaka çalışmaları beklentilerin nasıl değişiklerini göstermek bakımından çok faydalı araçlardır. Burada iki önemli habere, 3 Mayıs 2006'da Nisan 2006 enflasyon oranının beklenenin çok üzerinde çıkmasına ve 7 Haziran 2006'da Para Politikası Kurulu'nun gecelik faizleri, beklentilerin ötesinde, 175 baz puan arttırmasına getiri eğrisinin tepkisini gösteren vaka çalışmalarını örnek olarak sunacağız.

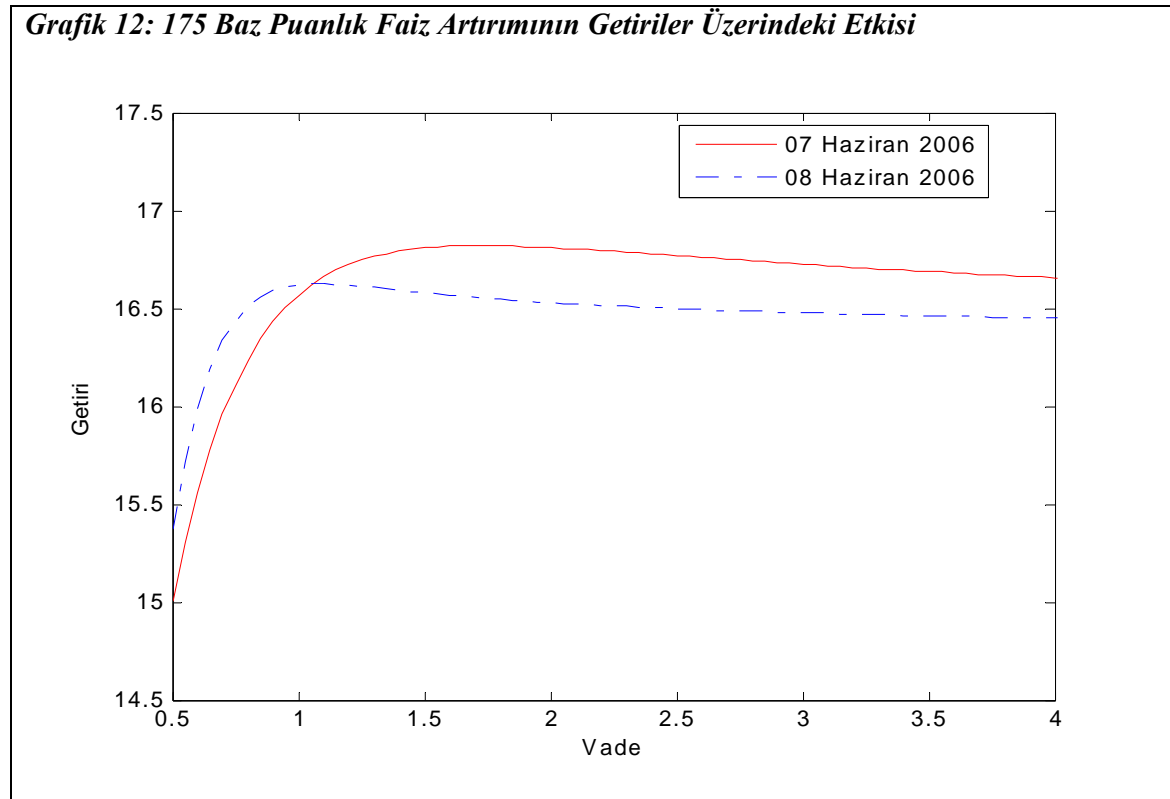
3 Mayıs 2006'da açıklanan Nisan ayı enflasyonu yakın zamandaki eğilimden beklenmeyecek kadar yüksekti. TCMB'nin gerçekleştirdiği Beklenti Anketinin Nisan II. Döneminde cari ayın

TÜFE beklentisi yüzde 0.43 iken, Nisan 2006'da TÜFE'deki artış yüzde 1.34 olarak gerçekleşmiştir. Bu bilginin beklentilere etkisini görmek için Grafik 11'de getiri eğrisinin 3 Mayıs'tan 4 Mayıs'a değişimine bakıyoruz. Yukarıda 3. bölümde anlatıldığı gibi, getiri eğrisinin tahmininde kullanılan fiyat verisi her gün saat 14:00'e kadarki bilgiyi içeriyor. Dolayısıyla, 3 Mayıs getiri eğrisi enflasyon rakamları öğrenilmeden önceki beklentileri yansıtıyor. Yeni bilginin yansıtıldığı ilk getiri eğrisi 4 Mayıs'ta tahmin edilen eğri. Bu yüzden, enflasyon haberinin etkisini görmek için bu iki tarihin getiri eğrilerini kıyaslıyoruz.



Bu vaka çalışmasında kolaylıkla görülen değişimler; getiri eğrisinin bir bütün olarak yukarı kaymış olduğu, uzun vadede negatif olan eğimin artışa döndüğü ve uzun vadeli faizlerdeki artışın kısa vadedekilerden oldukça fazla olduğudur. Bunlar o tarihteki enflasyondaki yükselişin piyasa katılımcıları tarafından bir seferlik, geçici bir olay olarak görülmediğini, ilerideki dört yıla ait beklentilerin bozulduğunu ve daha ileriye baktıkça beklentilerdeki bozulmanın (ve risk algısındaki artışın) daha da fazla olduğunu gösteriyor. Bunu biliyor olmak iktisadi politika yapıcıları bakımından elbette çok önemli ve getiri eğrileriyle yapılan vaka çalışması bu bilgiyi gerçek zamanda veriyor.

Merkez bankaları getiri eğrilerini kendi dışındaki şokların beklentileri nasıl değiştirdiğine bakmak için kullanabilecekleri gibi, kendi kararlarının ve açıklamalarının etkisini ölçmek için de kullanabilirler. Bunun güzel bir örneği, Merkez Bankası'nın enflasyonun yükselmesine ket vurmamak ve bozulan beklentileri kontrol etmek için 7 Haziran 2006'da yaptığı 175 baz puanlık gecelik faiz artışının etkisini gösteren vaka çalışması. Merkez Bankası para politikası duyurusunu saat 14:00'den sonra yaptığı için duyurunun etkisi 8 Haziran'daki getiri eğrisinde görülüyor.



Gecelik faizin beklenenden fazla artması kısa vadedeki getirilerin yükselmesine yol açmış; bu beklendik bir gelişme. Daha önemli olan tepki bir-bir buçuk yıl ve daha sonrasındaki getirilerin düşmüş olması. Bu vadedeki getirinin düşmesi bir yıl ve sonrasındaki nominal faiz beklentilerinin (ve bunların risk priminin) düşmüş olduğunu, yani piyasa katılımcılarının merkez bankasının mesajını doğru aldıklarını ve yeni para politikası bilgisi ışığında beklentilerini enflasyonun bir yıl sonra düşmesi ve bununla birlikte gecelik faizlerin de azalması yönünde gözden geçirerek değiştirdiklerini gösteriyor. Görülüyor ki, getiri eğrisinin değişimleri merkez bankasının kredibilitesi ve açıklamalarının nasıl algılandıklarının anlaşılması için gerçek zamanlı bir ölçü olarak da kullanılabilir.

## 6. Sonuç

Getiri eğrileri piyasa katılımcıları ve iktisadi politika yapıcıları için, bono piyasası katılımcılarının faiz ve enflasyon beklentileri ile risk algılamaları hakkında önemli bilgiler içerirler. Ayrıca, getiri eğrileri, Merkez Bankası temel politika aracı olan kısa vadeli faiz oranlarının uzun ve kısa dönem piyasa faizleri üzerindeki etkisini, diğer bir ifadeyle aktarım mekanizmasının etkinliğini analiz etme imkanı tanırlar.

Bu çalışmada Türkiye için parametrik bir getiri eğrisi tahmini sunduk. Çalışmanın önemli bir özelliği Hazine'nin yeni ihraç etmeye başladığı uzun vadeli sabit kuponlu senetlerin de nakit akımlarına ayırıştırılarak getiri eğrisi tahmininde kullanılması ve bu sayede kuponsuz getirilerin beş yıl vadeye kadar tahmin edilmiş olmalarıdır. Hazine'nin sabit kupon ile uzun vadede borçlanabiliyor olması ve getiri eğrisinin az sayıda parametre ile karakterize edilebiliyor olması, Türkiye'de bono piyasasının normalleştiğine ve standart sabit getirili finans araçlarıyla incelenebileceğine de işaret etmekte. Diğer ülke örnekleri ile karşılaştırıldığında, Türkiye için tahmin edilen getiri eğrisinin vadesinin görece olarak kısa olduğu görülmektedir. Bu vade Hazine'nin sabit faiz ile borçlanma vadesi uzadıkça uzayacaktır. Hazine'nin sabit kuponlu senet ihraçlarına devam etmesi, bu sayede zaman içinde kısa ve uzun vadeli senetler arasındaki boşluğun kapanarak iyi bir vade dağılımına ulaşılması, getiri eğrilerinin daha da sağlıklı bir şekilde tahmin edilmesine imkan tanıyacaktır.

Bu çalışmanın Türkiye'de bono piyasası üzerine etüdüleri artıracaklarını ve getiri eğrisi tahmininde bir baz teşkil ederek faiz beklentilerinin ve risk algılamasının belirleyicileri üzerine incelemeleri mümkün kılacağını umuyoruz.

## Kaynakça

Akıncı, Özge, H. Burcu Gürçihan ve Erdal Yılmaz (2003), “Türkiye’de Getiri Eğrilerinin Analizi,” Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Araştırma Genel Müdürlüğü Yayınlanmamış Araştırma Tebliği

Alper, C. Emre, Aras Akdemir ve Kazim Kazimov (2004a), “Estimating the Term Structure of Government Securities in Turkey,” Bogazici University Economics Working Paper No. ISS/EC-2004-03.

\_\_\_\_\_ (2004b), “Estimating Yield Curves In Turkey: Factor Analysis Approach,” Bogazici University Working Paper No. ISS/EC-2004-04.

(1999), “Zero-Coupon Yield Curves: Technical Documentation,” Bank For International Settlements.

Bolder, David ve David Streliski (1999), “Yield Curve Modelling at the Bank of Canada,” Bank of Canada Tecnicel Report No.84.

Gürçihan, H. Burcu (2004), “Risk Analysis of the Government Domestic Debt Stock in Turkey: Cost-At-Risk Approach,” Master Thesis Submitted to the Graduate School of Social Sciences. METU.

Gürkaynak, Refet S., Brian Sack ve Eric Swanson (2006), “The U.S. Treasury Yield Curve: 1961 to the Present,” FEDS working paper 2006-28.

Memiş, H. Alper (2006), “Verim Eğrisi Modelleri: Türkiye Uygulaması,” Hazine Müsteşarlığı Kamu Finansmanı Genel Müdürlüğü Uzmanlık Tezi.

Yoldaş, Emre (2002), “Empirical Assessment of Term Structure Estimation Methods: An Application on Turkish Bond Market,” Marmara University Department of Economics