

**POISSON LOG-BILINEER YAKLAŞIMIYLA LEE-CARTER
MODELLEMESİ VE TÜRKİYE UYGULAMASI**

**POISSON LOG-BILINEAR APPROACH TO LEE-CARTER
MODELLING AND APPLICATION FOR TURKISH
MORTALITY**

SELİM DEMİRCİOĞLU

Dr. MURAT BÜYÜKYAZICI

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

AKTÜERYA BİLİMLERİ Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2013

SELİM DEMİRCİOĞLU'nun hazırladığı “**Poisson Log-Bilineer Yaklaşımıyla Lee-Carter Modellemesi ve Türkiye Uygulaması**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **AKTÜERYA BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Yrd. Doç. Dr. Şeref HOŞGÖR

Danışman

Öğr. Gör. Dr. Murat BÜYÜKYAZICI

Üye

Doç. Dr. Durdu KARASOY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fatma SEVİN DÜZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez için gerekli bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

... / ... / 20..

İmza

Öğrenci Adı Soyadı

ÖZET

POISSON LOG-BILINEER YAKLAŞIMIYLA LEE-CARTER MODELLEMESİ VE TÜRKİYE UYGULAMASI

SELİM DEMİRCİOĞLU

Yüksek Lisans, Aktüerya Bilimleri Bölümü

Tez Danışmanı: Dr. MURAT BÜYÜKYAZICI

Mayıs 2013, 80 sayfa

Bu çalışmanın amacı, ölüm hızlarının modellenmesinde yaygın olarak kullanılan Klasik Lee-Carter modeli ve bu modeldeki parametre tahmin yöntemine seçenek olarak geliştirilen Poisson Log-Bilineer yaklaşımıyla Lee-Carter modeli yöntemleri kullanılarak Türkiye ölüm hızlarının modellenmesi ve elde edilen sonuçların karşılaştırılmasıdır. Bu çalışmada öncelikle ölüm hızları, Lee-Carter modeli ve Poisson Log-Bilineer yaklaşımı hakkında genel bilgiler verilmiş, ardından ise Lee-Carter modeline Poisson Log-Bilineer yaklaşımı ile yapılan uygulama sunulmuştur. Her iki cinsiyet için 1937-1995 yılları arası ölüm hızları, ölüm sayıları ve riske maruz değerler Türkiye Hayat ve Hayat Annüite Tablolarının Oluşturulması Projesi kapsamında belirlenmiş olan model hayat tablosu seviyelerine uygun olarak içdeğerleme yöntemi ile elde edilmiştir. Belirlenen ölüm hızları, her iki yöntem ile ayrı ayrı modellenmiş ve bunların 20 yıllık öngörülerini yapılmıştır. Her iki yaklaşımdan elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, Poisson Log-bilineer yaklaşımı sonucunda elde edilen yıllar itibariyle değişen yaşa özel ölüm hızları ile 20 yıllık dönemsel hayat sigortası ile dönemsel hayat anüitesi net tek primleri hesaplanmış ve ölüm hızlarının değişmediği durum için elde edilen prim değerleriyle karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lee-Carter Modellemesi, Poisson Log-Bilineer Yaklaşımı, Model Hayat Tabloları, Ölüm Hızları, Ölüm Sayıları, Riske Maruz Değerler.

ABSTRACT

POISSON LOG-BILINEER APPROACH TO LEE-CARTER MODELLING AND APPLICATION FOR TURKISH MORTALITY

SELİM DEMİRCİOĞLU

Master of Science, Department of Actuarial Sciences

Supervisor: Dr. MURAT BÜYÜKYAZICI

May 2013, 80 pages

The aim of this study is to compare the performance results of Lee-Carter model, which is a common method for modelling death rates, and alternatively developed parameter estimation method which uses Poisson regression methods called Poisson Log-Bilinear regression approach to Lee-Carter model and modelling the mortality of Turkey. In this study, firstly concepts of mortality, Lee-Carter Model and Poisson Log-Bilinear approach are introduced and secondly Poisson Log-Bilinear approach to Lee-Carter method have been represented. For the years between 1937 and 1995, mortality rates, death counts and exposures for both sex have been obtained with the help of The Project of Turkish Life and Life Annuity Tables by using interpolation techniques. Estimated death rates are modeled and forecasted for 20 years with both Lee-Carter model and Poisson Log-Bilinear approach to Lee-Carter model. The results of both methods are compared and assessed. Moreover, net single premiums for term insurance and temporary life annuity has been calculated by age specific death rates that changes over the years which are calculated by Poisson Log-Bilinear approach. Obtained results have been compared with premiums calculated by fixed death rate

Keywords: Lee-Carter Model, Poisson Log-Bilinear Approach, Model Life Tables, Death Rates, Death Counts, Exposures.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında değerli katkı ve eleőtirileri ile çalıőmaya yön veren ve karşılaşılan güçlüklerin aőılmasında yol gösterici olan danışmanım Sayın Öğr. Gör. Dr. Murat BÜYÜKYAZICI'ya,

tezin uygulama aőamasındaki yardımları için Sayın Uzm. MSc. Furkan YILDIRIM'a ve Sayın Prof. Dr. J.K. (Jeroen) VERMUNT'a,

başta Neőet SAKARYA olmak üzere teşvik ve desteğini hiç esirgemeyen tüm arkadaşlarıma ve

pek sevgili aileme; ayrıca,

bu yola baş koyduğumda beni yüreklendiren ve değerli desteklerini benden esirgemeyen, bölümümüz kurucu bölüm başkanı Sayın Prof. Dr. Ömer ESENSOY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY SAYFASI	i
ETİK	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	1
1.1. Giriş	1
1.2. Ölüm Hızı Tanımı, Yıllar İçindeki Değişimi Ve Modellenmesinin Önemi	4
1.3. Ölümlülük Modelleri.....	5
1.4. Modellemenin Önemi.....	6
1.5. Hayat Tabloları.....	6
2. KLASİK LEE-CARTER MODELİ.....	8
2.1. Modelin Açıklaması.....	8
2.2. Model Parametrelerinin En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmini.....	11
2.3. Ölümlülük Düzeyi k_t 'nin Modellenmesi ve Model Öngörüsü.....	13
3. POISSON LOG-BİLİNEER YAKLAŞIMI İLE LEE-CARTER MODELLEMESİ... 14	
3.1. Giriş.....	14
3.2. En Çok Olabilirlik Yöntemi ile Parametre Tahmini.....	15
3.3. Ölümlülük Düzeyi k_t 'nin modellenmesi.....	17
4. POISSON LOG-BİLİNEER YAKLAŞIMI TÜRKİYE UYGULAMASI.....	18
4.1. Uygulamanın Amacı ve Açıklaması.....	18

4.2. Ölümlülüğün Poisson Log Bi-Lineer Yaklaşımıyla Modellenmesi.....	20
4.3. Klasik ve Poisson Log-Bilineer Yaklaşımlı Lee-Carter Türkiye Modellerinin Karşılaştırılması.....	27
4.4. Azalan Ölümlülüğü Dikkate Alan Prim Hesaplamaları	34
4.4.1. Normal dönemsel hayat anüitesi uygulaması.....	38
4.4.2. Normal dönemsel hayat sigortası uygulaması.....	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	44
KAYNAKLAR.....	46
EKLER.....	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1: Cinsiyete göre \hat{a}_x parametresinin karşılaştırılması.....	21
Şekil 4.2: Cinsiyete göre \hat{b}_x parametresinin karşılaştırılması.....	22
Şekil 4.3: Cinsiyete göre \hat{k}_t parametresinin karşılaştırılması.....	23
Şekil 4.4: $\hat{m}_x(x,t)$ değerlerinin cinsiyet karşılaştırması	24
Şekil 4.5: Genel ölümlülük düzeyi \hat{k}_t 'nin projeksiyonu – Erkek.....	25
Şekil 4.6: Genel ölümlülük düzeyi \hat{k}_t 'nin projeksiyonu – Kadın.....	25
Şekil 4.7: Projeksiyon değerlerinin ortalamaları ile gerçekleşen değerlerin ortalamalarının karşılaştırılması – Erkek.....	26
Şekil 4.8: Projeksiyon değerlerinin ortalamaları ile gerçekleşen değerlerin ortalamalarının karşılaştırılması – Kadın.....	27
Şekil 4.9: Parametre tahmini sonuçları – Erkek (\hat{a}_x parametresi).....	28
Şekil 4.10: Parametre tahmini sonuçları – Erkek (\hat{b}_x parametresi).....	28
Şekil 4.11: Parametre tahmini sonuçları – Kadın (\hat{k}_t parametresi).....	29
Şekil 4.12: $\hat{m}_x(x,t)$ değerlerinin mutlak farklarının yıllar üzerinden ortalamaları – Kadın.....	30
Şekil 4.13: $\hat{m}_x(x,t)$ değerlerinin farklarının yıllar üzerinden ortalamaları - Kadın.....	30
Şekil 4.14: Tahmini ve gerçekleşen logaritmik ölüm hızlarının yıllar üzerinden alınan ortalamaları – Erkek.....	31
Şekil 4.15: Projeksiyon değerlerinin, gerçekleşen ölüm hızı değerlerine göre karşılaştırılması – Erkek.....	32
Şekil 4.16: Yıllar üzerinden ortalama alınan $\epsilon_x(x,t)$ değerlerinin karşılaştırılması – Kadın.....	33
Şekil 4.17: Ölüm Hızlarının Mutlak Değişim Yüzdesi Ortalaması – Kadın.....	34
Şekil 4.18: 20 yıllık dönemsel hayat anüitesi için net tek prim – Kadınlar için yöntem karşılaştırması	39
Şekil 4.19: 20 yıllık dönemsel hayat anüitesi için net tek prim – Erkekler için yöntem karşılaştırması.....	40
Şekil 4.20: 20 yıllık dönemsel hayat anüitesi için net tek prim hesaplama yöntemleri arasındaki değişimlerin cinsiyet karşılaştırması	40

Şekil 4.21: 20 yıllık dönem sigortası için net tek prim – Erkekler için yöntem karşılaştırması	41
Şekil 4.22: 20 yıllık dönem sigortası için net tek prim – Erkekler için yöntem karşılaştırması.....	42
Şekil 4.23: 20 yıllık dönem sigortası için net tek prim hesaplama yöntemleri arasındaki değişimlerin cinsiyet karşılaştırması	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1: Başlangıç Değeri 100.000 Olan Hayat Tablosu Örneği.....	7
Çizelge 4.1: Hesaplanan ölüm sayıları – Kadın.....	19
Çizelge 4.2: Hesaplanan riske maruz değerler – Kadın.....	19
Çizelge 4.3: 20 yıllık dönemsel hayat anüitesi için net tek prim	39
Çizelge 4.4: 20 yıllık dönem sigortası için net tek prim	41

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

EÇO	En Çok Olabilirlik (Maximum Likelihood Estimation)
EKK	En Küçük Kareler (Ordinary Least Squares)
TDA	Tekil Değer Ayrışımı (Singular Value Decomposition)

1. GİRİŞ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

1.1. Giriş

Ölüm hızının zamanla azalması, bireyler için olumlu bir değişiklik ve azımsanmayacak önemde sosyal bir başarı olarak görülebilir; ancak, özel hayat anüite ürünlerinin ve kamu emeklilik sistemlerinin planlanmasını tehdit eder. Aslında, sadece emeklilik sistemi değil, sosyal güvenlik sisteminin yaşlılık bakım hizmeti gibi tüm bileşenleri de ölüm hızının değişimi tarafından etkilenir. Benzer olarak, özel şirketler tarafından satılan diğer sigorta ürünleri de uzun ömürlülükteki artıştan etkilenmektedir.

20. yüzyıl boyunca insan ölüm hızı küresel boyutta düşüş yaşamıştır; bununla birlikte gelişmiş ülkelerde hayat beklentisi yükselmiştir. Hayat beklentisinin yükselmesine sebep olan ana etmen, yaşlılardaki ölüm hızlarının azalmasıdır [1]. Mevcut demografik kanıtlar, insan ömrünün biyolojik ya da diğer etmenler tarafından dayatılan belirli sınırlara yakınsamayacağını gösterir. Hem ortalama hem de en yüksek hayat süresinin 20. yüzyıl boyunca istikrarlı bir şekilde yükselmesi bunu doğrular niteliktedir. Wilmoth [2] ve Wilmoth vd. [3] çalışmalarında bu konuya ayrıntılı bir şekilde yer vermiştir.

Fiyatlandırma ve rezerv hesaplamalarında kullanılan gelecek katkıların beklenen şimdiki değer hesabı, yetersiz değerlendirme riskinden kaçınabilmek için, uygun bir ölümlülük tahmini gereksinimi duyar. Çünkü yetişkinler ve yaşlılar için ölümlülük eğilimleri o yaşa has ölüm olasılıklarının giderek azaldığını gösterir [4]. Ölüm hızının azalış seyrine sahip olması, hayat sigortalarında fiyatlandırmayı ve rezervi etkiler [5], [6], [7].

Ölüm hızının azalmasının doğurduğu sonuçlardan şirketi koruyabilmek için aktüerler gelecek ölüm olasılıklarının tahminlerini içeren hayat tablolarına başvurmak zorunda kalırlar. Gelecek ölüm olasılıklarının tahmini için aktüerler ve demograflar tarafından farklı yaklaşımlar geliştirilmiştir. Örneğin, Cramer ve Wold'dan [8] sonra, düzeltilmiş (graduated) ölüm hızları eğrilerinin zamana bağlı değişiminin incelenmesi yaygınlaşmıştır. Bir başka yaklaşım da parametrelerin projeksiyonuna yönelik çalışmalardır [4]. Benjamin ve Soliman'a [4] göre, parametrelerin projeksiyonunu amaçlayan yaklaşım bazı eksikliklerden dolayı

tercih edilmemelidir. Çünkü bu yöntem, ilk olarak, bilinen parametrik modellerin uygunluğuna son derece fazla ihtiyaç duyar (örnek olarak, Makeham'da olduğu gibi); ikinci olarak, tahmin edilen parametreler çoğu kez güçlü derecede bağımlıdır. Böyle durumlarda yapılan tek değişkenli dışdeğerlemeler yanlış yönlendirmelere sebep olabilir. Çok değişkenli zaman serisi yapısı teorik açıdan mümkündür; fakat durumu ciddi derecede karmaşıklaştırır. Brouhns vd [1] dağılımdan bağımsız ve tek değişkenli ölümlülük indeksi kullanan yönteminde bu eksiklikleri gidermeyi amaçlamıştır.

Lee ve Carter [9] tek bir zaman indeksinin fonksiyonu olan, ölümlülükteki uzun dönem değişimlerini tanımlamayı amaçlayan, basit bir model önermiştir. Model, yaşa özel ölüm hızlarının logaritmaları ile tanımlanır ve iki terimin toplamından oluşmaktadır. İlk terim, zamandan ve diğer bileşenlerden bağımsız sadece yaşa özel bir bileşendir. İkinci terim ise, ölümlülüğün zamana göre genel seviyesi ile zaman içerisinde farklı yaşlarda ölümlülük değişiminin ne kadar hızlı ya da ne kadar yavaş olduğunu belirten katsayısının çarpımından oluşan bileşendir. Model parametreleri geçmiş veri kullanılarak elde edilir. Zamana göre değişen genel ölümlülük düzeyi tahminleri, standart Box-Jenkins yöntemi kullanılarak öngörülür. Daha sonra, öngörülecek olan ölüm hızları, elde edilen katsayılar kullanılarak türetilir.

Lee ve Carter'da [9] kullanılan ana istatistiksel gereç tekil değer ayrışımı (TDA) ile yapılan en küçük kareler (EKK) yöntemidir. Bu yöntem, hataların sabit varyanslı (homoscedastic) dağıldığı varsayımını içerir. Bu varsayım neredeyse gerçek dışıdır. Çünkü, gözlenen ölüm hızlarının logaritmaları, yaşlılarda gençlere oranla çok daha değişkendir. Bu değişkenliğe sebep olan etmen, ileri yaşlardaki gerçekleşen ölüm sayılarının çok daha az olmasıdır. Brouhns ve diğerleri [1], [10] ve Renshaw ve Haberman [11], [12] bu eksikliği giderebilmek için ölümlülüğü tahmin edecek modeli oluştururken değişen varyanslı (heteroscedastic) Poisson hatalarına dayalı benzer alternatif yöntemler geliştirmişlerdir.

TDA hesaplamalarında kullanılacak verinin dikdörtgensel matris şeklinde olması zorunluluğu, Klasik Lee ve Carter ölümlülük modellemesindeki bir diğer eksikliği ortaya çıkarır. Eğer tarihsel veride bazı değişiklikler yapılmışsa bu zorunluluk bir soruna dönüşebilir. Brouhns ve diğerleri [1], [10] ve Renshaw ve Haberman'ın [11],

[12] önerdiği yöntemlerde böyle bir eksiklik yoktur. Ancak, tahmin aralıkları bu yöntemlerde de darlığını korumaktadır. Bu durum, Lee ve Carter ölümlülük modellemelerinin genel bir özelliğidir [12].

Bu çalışmada da tıpkı Wilmoth [13], Alho [14], Brouhns ve diğerleri [1], [10], Renshaw ve Haberman [11], [12] ve Delwarde vd'nde [15] olduğu gibi güçlü Klasik Lee ve Carter modellemesi için bazı mümkün iyileştirmelerin, ilgili tarihsel veriye uygulanması hedeflenmiştir. Uygulanan bu iyileştirmelerden en önemlisi, klasik lineer model yapısının genelleştirilmiş lineer model yapısına çevrilmesidir. Bu uygulanırken ölüm sayıları Poisson olarak modellenir. Poisson dağılımı ölümlülük modellemelerinde çok iyi sonuç verir [16]. Ölüm sayılarının Poisson olarak modellenmesi, ölümlülük modelleri tahmininde Renshaw ve Haberman [12] ve Sithole ve diğerleri [17] tarafından başarıyla uygulanmıştır. Uygulanan bu değişiklikler, modeli sezgisel olarak daha da kabul edilebilir kılar.

Bu çalışmada, ölüm sayıları Poisson olarak modellendikten sonra, en çok olabilirlik (EÇO) yöntemi ile parametre tahmini yapılır. Parametre tahminleri yapılırken piyasadaki istatistiksel paket programlar, modelin bilinear yapısından dolayı kullanılamamaktadır. Dolayısıyla EÇO yöntemi ile parametre tahmininin yapılabilmesi için, basit Newton algoritmasını içeren LEM [18] programı kullanılmıştır.

Parametre tahminleri yapıldıktan sonra, Klasik Lee ve Carter modellemesindeki gibi Box-Jenkins teknikleri ile gelecekteki ölüm hızları öngörülür.

Geleceği öngörmenin en güvenilir yolu geçmişteki eğilimin dışdeğerlemesidir [3]. Bu çalışmada da geçmiş eğilimlerin saf dışdeğerlemesinin yapılması amaçlanmıştır. Tüm saf dışdeğerleme yöntemleri, geleceğin tıpkı geçmiş gibi olacağını varsayar. Bazı çalışmalarda [19] bu yaklaşım, altta yatan mekanizmayı görmezden geldiği gerekçesiyle acımasızca eleştirilmiştir. Wilmoth ve diğerlerinde [3] de bahsedildiği üzere, bu tarz bir eleştiri ancak daha geçerli bir yöntem sunulması halinde anlamlıdır. Ölümlülük seviyesini belirleyen sosyal ve biyolojik faktörlerin öngörülleri arasındaki karmaşık ilişkiler hala açık olarak anlaşıl原因mamaktadır. Dolayısıyla ölümlülük seviyesinin tahmini için dışdeğerleme yaklaşımı var olan en iyi yaklaşımdır.

Dışdeğerleme yöntemine dayalı bu çalışmada betimlenen yöntem, tıp bilimindeki gelişmeleri ya da özel çevresel faktörlerdeki değişimleri varsayımları arasına katmaz. Bu yöntemde geçmiş tarihsel veri haricinde hiçbir şey dikkate alınmaz. Örneğin, yeni tıbbi tedaviler sonucu oluşacak olan ölümlülükteki ani iyileşmeler tahmin edilemez. Benzer olarak, gelecekte ortaya çıkabilecek salgın hastalıklar, yeni tip virüsler, ülkeler arası savaş halleri ya da kirliliğin artması gibi durumlar modele giremez. Aktüerler reasürans programlarını oluştururlarken bu durumu hesaba katmak zorundadırlar.

1.2. Ölüm Hızı Tanımı, Yıllar İçindeki Değişimi Ve Modellenmesinin Önemi

Belirli bir zaman dilimi içerisinde, seçilen bir grup insanın ölüm sıklığı ölçüsüne ölüm hızı denilmektedir. Ölüm hızlarını, geçmişte gözlenen yaşam ve ölüm kayıtları üzerinde demografik yöntemler kullanarak yapılacak hesaplamalar sonucunda bulmak mümkündür. Ancak aynı yaş için farklı zaman dilimlerinde ölçülen ölüm olasılıkları birbirlerinden farklı değerler gösterebilmektedir. Bu, ölüm hızı zaman içerisinde giderek azaldığı gerçeği ile desteklense de bu azalış her yaş grubu için eşit olmamaktadır [20].

Hayat sigortası branşlarında, beklenen yaşam sürelerinin doğru olarak belirlenebilmesi, sigorta şirketleri ve sosyal güvenlik kurumları açısından hayati derecede önem taşımaktadır. İnsanların gelecekteki ölümlülük düzeylerinin ne şekil ve boyutta değişeceğinin öngörülebilmesi için ise geçmişte gerçekleşmiş yaşam ve ölüm kayıtlarının doğru olarak yorumlanıp modellenmiş olması gerekmektedir. Ancak yapılan modellemeler doğru ise, projeksiyon yöntemleri kullanılarak beklenen yaşam süreleri, belirli hata payları ve varsayımlar çerçevesinde öngörülebilir.

Bir nüfusa ilişkin geçmiş ölüm hızları, o ülkeye ait tarihi yaşam ve ölüm kayıtlarının incelenmesi ile hesaplanabilir. Türkiye'ye ait yaşam ve ölüm kayıtları T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından derlenmekte ve yayımlanmaktadır.

Türkiye nüfusunun sayı ve nitelikleri de TÜİK tarafından periyodik olarak yapılan nüfus sayımları ile belirlenmektedir. Bu sayımlar Cumhuriyet'in ilanından günümüze kadar ilki 1927 yılında, ikincisi 1935 yılında ve 1935 yılından 1990

yılına kadar her beş yılda bir, 1990 yılından sonra ise on yılda bir olmak üzere toplam 14 kez yapılmıştır. Bu sayımlar sırasında ülke çapında sokağa çıkma yasağı uygulanmıştır. En son yapılan 2000 yılı nüfus sayımından sonra 2007 yılında ilk kez sokağa çıkma yasağı olmaksızın “Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi” (ADNKS) uygulamasına geçilmiştir. ADNKS’de kişilerin yerleşim yerlerine göre nüfus bilgileri güncel olarak tutulmakta, nüfus hareketleri her an izlenebilmekte ve Merkezi Nüfus İdaresi Sistemi (MERNİS) kayıtlarındaki T.C. Kimlik Numaraları’na göre kişiler ile ikamet adresleri eşleştirilerek nüfusa ilişkin kayıt ve takipler yapılabilmektedir.

Ancak 1937 ile 1995 yılları arası, yaş grupları bazında ölüm sayıları verisi TÜİK tarafından tutulmamıştır.

1.3. Ölümlülük Modelleri

Geçtiğimiz yüzyılda tıp alanındaki gelişmeler ve iyileşen yaşam koşulları, insanların beklenen yaşam süresinin uzamasına neden olmuştur ancak bu gelişmenin yapısı sürekli değişmektedir. 20. yüzyılda birçok bulaşıcı hastalığın tedavisinin bulunması, genç yaşlardaki ölüm hızlarının azalmasına neden olmuştur, ancak kanser ve kalp krizi gibi rahatsızlıkların tedavisinin bulunamaması, ileri yaşlardaki nüfus azalımının, genç yaştaki nüfus azalışı ile aynı oranda olmamasına yol açmıştır. Zamana bağlı olarak değişmekte olan bu ölümlülük yapısı, kamu emeklilik sistemleri, bütünüleyici emeklilik planlarının uzun dönemli risk yönetimi ile hayat sigortası şirketleri için fiyatlandırma ve rezerv işlemlerini daha da zorlaştırmıştır. Bu değişimin neden olacağı gelecekteki masraf ve ödemelerden kaçınmak için ölümlülük yapısının modellenmesi büyük önem taşımaktadır.

Geçmişten bugüne ölüm hızlarının yapısının tahmini ve gelecekteki ölüm hızının öngörüsü için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Ölümlülüğü bir eğri ile uyumlaştırma çalışmaları, 19. yüzyılda Gompertz’in “Law of Mortality” çalışmasına kadar eskiye dayanmaktadır. Bu eski denemelerde ölümlülük eğrisi erken yaş, orta yaş ve ileri yaş ölümlülüğü olacak biçimde parçalanarak sadece yaş boyutu dikkate alınarak uyumlaştırılmaya çalışılmıştır [21]. Geçtiğimiz yirmi yıl içerisinde geliştirilen

modellerde ise yaş boyutunun yanında yıllar içerisinde değişen ölümlülük yapısı da dikkate alınabilmektedir.

1.4. Modellemenin Önemi

Doğum sayılarının azalmasına ek olarak, ileri yaşlarda hayatta kalan kişi sayısının artması, gittikçe daha yaşlı bir nüfusun oluşmasına yol açmıştır. Bu durum içerisinde ayrıca genç kuşağın finansal desteğinin tamamlayıcı özelliği bulunmadığından, uzun ömürlülük (longevite) riskinin sosyal güvenlik sistemleri üzerinde olumsuz bir etkisi oluşmuştur [22]. Ölümlülüğü tahmin etmenin bir çok yolu vardır [23]. Bunlardan bir kısmı deterministik hesaplamalara dayalı yöntemlerdir. Fakat deneyimlere göre deterministik hesaplama yöntemleri, ölüm olasılıklarını gerçek değerinden daha yüksek tahmin etmektedir [22]. Bu fazla tahminin sonucu olarak annüite, emeklilik ve hayat sigortalarının primleri, gereken miktardan farklı olarak hem sigorta şirketlerine hem de sigortalılara olumsuz yansımaktadır. Bu fazla tahminin nedeni, deterministik hesaplama yöntemlerinin sınırlı bir zaman periyodunda hesaplanmasından dolayı, yıllar boyunca azalan ölümlülük eğilimini hesaba katamamasıdır [22]. Yakın zamanda geliştirilen stokastik hesaplama yöntemleri ise ölümlülük yapısı değişirken, zamanın etkisini de dikkate alarak bu problemi çözmektedirler.

Hayat sigortaları poliçelerinden kaynaklanan kazançlar hayatta kalma olasılığına bağlı olduğundan, önemli olan, zaman içerisindeki ölümlülük değişimlerini tam olarak ölçebilmektir. Eğer annüite ve rezerv hesaplamalarında tek bir yıla dayalı hayat tabloları kullanılırsa, daha yüksek ölüm olasılıkları tahmin edileceğinden sigortalılar, gerekenden daha az prim ödeyerek sigorta şirketinin zarar etmesine neden olacaktır. Bu problem, yakın zamanda geliştirilen yöntemler yardımıyla, ölümlülüğün takip eden yıllardaki verisini kullanarak çözülebilmektedir. Bu yaklaşım, yılların ölümlülük üzerindeki etkisinin de dikkate alınabilmesini sağlamaktadır [20].

1.5. Hayat Tabloları

Hayat tabloları, belirli bir nüfus topluluğu varsayıldığında yaşama ve ölüm istatistiklerine göre elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak her bir yaş için kaç

kişinin hayatta kalacağıının, kaç kişinin öleceğinin ve ilgili yaşlara ilişkin ölüm ile yaşam olasılıklarının ne olacağıının öngöröldüğü tablolardır.

Hayat sigortalarına ilişkin aktüeryal hesaplamalar, hayat tablolarının kullanımı ile yapılmaktadır. Her ülkenin demografik yapısı farklı olduğı için bu aktüeryal hesaplamalarda, o ülkenin demografik yapısını en iyi yansıtacak tablonun seçilmesi, hesaplanması ve kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Gerçekte, bir hayat tablosu oluşturulurken ilk olarak yaşa özel ölüm hızları değerlerinden q_x kolonu oluşturulur. Diğer kolonlar bunun üzerine kurulur. Burada q_x , x ile $x + 1$ yaşları arasındaki ölüm olasılığıdır.

Aynı zamanda doğduğı varsayılan 100.000 bebeğın, hayatlarının sonuna kadar gözlendiğı düşünölsün. Hayat tablosunun başlangıcındaki bu kişi sayısı l_0 ile gösterilir ve hayat tablosunun başlangıç değeri olarak adlandırılır. Bu değeri, keyfi olarak belirlemekle birlikte genellikle, 1.000 ya da 10.000 gibi tam sayılar seçilir. Gözlenmeye başlayan l_0 kişiden, x yaşına ulaşanların sayısı ise, l_x ile gösterilir. Herkes mutlaka öleceğı için l_x , 0 yaşında l_0 'dan başlayıp en yüksek insan ömrüne geldiğinde 0'a düşen bir eğri şeklindedir.

Çizelge 1.1'de başlangıç değeri 100.000 olarak seçilmiş olan hayat tablosuna bir örnek bulunmaktadır. Burada; x , yaş; l_x , x yaşında yaşayan kişi sayısı; d_x , x ile $x + 1$ yaşları arasında ölen kişi sayısı; q_x , kişinin x ile $x + 1$ yaşları arasında ölme olasılığıdır.

Çizelge 1.1: Başlangıç Değeri 100.000 Olan Hayat Tablosu Örneğı

x	l_x	d_x	q_x	p_x
0	100.000	2.593	0,02593	0,97407
1	97.407	165	0,00169	0,99831
2	97.242	101	0,00104	0,99896
3	97.141	78	0,00080	0,99920
4	97.063	65	0,00067	0,99933
5	96.998	57	0,00059	0,99941
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
85+	18.542	18.542	1,00000	0,00000

2. KLASİK LEE-CARTER MODELİ

2.1. Modelin Açıklaması

Lee ve Carter [9] çalışmalarında ölümlülükteki kalıcı değişimleri betimleyen, tek zaman değişkenli fonksiyon olan basit bir model sunmuşlardır. Sundukları bu modelde, yaşa özel ölüm hızları olan $m_{x,t}$ 'nin logaritmasını iki terimin toplamı olarak tanımlamışlardır. Bu terimlerden birincisi, zamandan bağımsız olan yaşa özel bileşen a_x parametresidir. Diğer terim ise zamana bağlı genel ölümlülük düzeylerini yansıtan k_t parametresiyle, bu genel ölümlülük seviyesindeki değişimin her bir yaş grubunda ne kadar yavaş ya da ne kadar hızlı gerçekleşeceğini anlatan b_x parametresinin çarpımlarından oluşur [25]. Bu yöntemde ölüm hızlarının tahmin değerleri tamamen geçmiş yıllarda gerçekleşmiş olan ölüm hızları verisine dayanmaktadır.

Geçtiğimiz yıllar içerisinde Lee-Carter modeli birçok ülke nüfusunu projekte etmekte başarıyla kullanılmıştır. Birleşik Devletler [9], Kanada [26], Şili [27], Japonya [28], G7 ülkeleri [29], Belçika [30], G5 ülkeleri [15] ve İsveç [31] bunlardan bazılarıdır. İlginç olarak, model, Avustralya [32] ve Birleşik Krallık [33] verisinde başarıya ulaşmamıştır [31]. Ayrıca, uzman bir grubun önerilerini temel alarak, Birleşmiş Milletler Nüfus Bölümü (United Nations Population Division) de 2050 yılına kadar tüm ülkeler için uzun zamanlı projeksiyonlarını Lee-Carter modelinin bir uygulaması ile yapmışlardır [34]. Amerika Birleşik Devletleri Nüfus Bürosu (US Census Bureau)'nun yaptığı uzun dönemli beklenen yaşam süresi öngörülerinde ölçüt olarak Lee-Carter modeli kullanılmaktadır. Sosyal Güvenlik Teknik Danışmanlık Paneli (Social Security Technical Advisory Panel) de modelin benimsenmesini önermiştir [35].

Lee-Carter modelini üstün kılan iki unsur, sade oluşu ve başarılı sonuçlar vermesidir. Modelin sadeliği, az sayıda parametreye sahip olmasından gelmektedir. Özellikle, ölümlülüğün genel şeklini tek değişkenli zamana bağlı bir parametreyle tanımlamak, tahmin sürecini basitleştirir. Modelin başarılı sonuçlar vermesi ise hem yaş grupları hem de yıllar üzerinden ölümlülüğün değişimini dikkate alması ve başarılı modellemeler ile öngörüler sunması sayesinde olur.

Tüm bu üstünlüklere rağmen Lee-Carter modelinin, bazı sakıncaları da söz konusudur. Bunlardan ilki, parametre tahmini yapılırken ana istatistiksel gereç olarak kullanılan TDA'yı içeren EKK yöntemidir. Bu yöntem, hataların sabit varyanslı (homoscedastic) dağıldığı varsayımını içerir. Bu varsayım neredeyse gerçek dışıdır. Çünkü, gözlenen ölüm hızlarının logaritmaları, yaşlılarda gençlere oranla çok daha değişkendir. Bu değişkenliğe sebep olan etmen, ileri yaşlardaki gerçekleşen ölüm sayılarının çok daha az olmasıdır. Brouhns ve diğerleri [1], [10], Renshaw ve Haberman [11], [12] ve Delwarde ve diğerleri [15] çalışmalarının her biri ölümlülüğün tahmini için değişen varyanslı (heteroscedastic) yapıyı mümkün kılan Poisson hatalarına dayalı benzer alternatif yöntemler içerir. Li [36] de benzer mantık ile yola çıkıp farklı olarak ölüm sayılarının Poisson değil, Negatif Binom dağıldığını kabul etmiştir.

Lee-Carter modelinin bir diğer eksikliği ise TDA hesaplamalarında kullanılan verinin dikdörtgensel matris şeklinde olması zorunluluğudur. Eğer tarihsel veride bir değişiklik yapılmışsa bu zorunluluk bir soruna dönüşebilir.

Lee-Carter modeli, ölümlülüğün genel şeklini tahmin etmede iyi sonuçlar vermesine rağmen, bu modelle üretilen tahmin aralıklarının dar olması, modelin genel bir problemidir [12]. Bu durum, ölümlülük projeksiyonlarının içinde yatan belirsizliğin azımsanması gibi bir soruna neden olabilir [36].

Wilmoth ve diğerleri [3] tarafından da işaret edildiği gibi, geleceği tahmin etmenin en güvenilir yolu geçmişteki eğilimin dışdeğerlenmesidir. Tüm saf dışdeğerleme yöntemlerinde olduğu gibi, Lee-Carter modelinde de geleceği tahmin etmeye çalışırken kullanılan varsayım, geleceğin tıpkı geçmiş gibi olacağıdır. Gutterman ve Vanderhoof [19] yayınlarında, altta yatan mekanizmayı görmezden geldiği gerekçesiyle bu yaklaşımı acımasızca eleştirmişlerdir. Ancak, Wilmoth ve diğerlerinin [3] de belirttiği üzere, bu tarz bir eleştiri sadece ve sadece daha geçerli bir yöntem alternatif olarak sunulduğunda anlamlı olabilir. Ölümlülük seviyesini belirleyen sosyal ve biyolojik faktörlerin öngörülerindeki karmaşık ilişkiler hala açık olarak anlaşılammamaktadır. Dolayısıyla ölümlülük seviyesinin tahmini için dışdeğerleme yaklaşımı var olan en iyi yaklaşımdır. Ancak, unutulmamalıdır ki, dışdeğerlemeye dayalı bu yöntem, tıp bilimindeki gelişmeleri ya da özel çevresel faktörlerdeki değişimleri varsayımları arasına katmaz. Bu yöntemde geçmiş

tarihsel veri haricinde hiçbir şey dikkate alınmaz. Örneğin, yeni tıbbi tedaviler sonucu oluşacak ani ölümlülük iyileşmeleri tahmin edilemez. Benzer olarak, gelecekte ortaya çıkabilecek salgın hastalıklar, yeni tip virüsler, ülkeler arası savaş halleri ya da kirliliğin artması gibi durumlar modele giremez. Aktüerler reasürans programlarını oluştururlarken bu durumu akıllarından çıkarmamalıdır.

Lee-Carter modeli, x yaş grubu ve t takvim yılı değişkenlerine sahip basit bir bilineer modeldir. Bu model,

$$\ln(m_{x,t}) = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t} \quad (2.1)$$

şeklinde tanımlanır ve

$$\sum_t k_t = 0 \quad \text{ve} \quad \sum_x b_x = 1 \quad (2.2)$$

kısıtlarına sahiptir. Burada,

$m_{x,t}$: x yaşı ve t yılı için ölüm hızıdır.

a_x : Yaşa özel ortalama ölümlülük yapısıdır.

k_t : Zamana bağlı genel ölümlülük düzeyini temsil eder.

b_x : Zamana bağlı genel ölümlülük düzeyindeki değişimin x yaş grubuna özel motifini verir. Yani, ölümlülüğün genel düzeyinin değişiminde x yaş grubundaki ölüm hızının logaritmasının duyarlılığını belirtir. Prensipde, b_x bazı yaş gruplarında negatif olabilir. Bu, ölümlülüğün, diğer yaş gruplarında azalırken o yaş grubunda arttığını anlatır. Fakat bu durum uzun veri setlerinde genelde gözlenmez [1].

$\varepsilon_{x,t}$: Ortalaması sıfır ve sabit varyansa sahip olan hata terimidir. Model tarafından yakalanamayan tarihsel etkiyi yansıtır [1].

Zaman bileşeni k_t , ölüm hızlarının logaritmalarının zaman içerisindeki genel değişimini göstermektedir. Oysa ki, ölüm hızlarında gerçekleşen genel değişimin tüm yaşlar için aynı oranda olması beklenemez. Örneğin, genelde 50 yaş ve üzeri insanlarda rastlanan ve ölümcül olan pankreas kanseri hastalığının tedavisinin keşfi, yaşlı ölüm hızlarında büyük bir düşüşe sebep olabileceken, çocuk

ölümlülüğünde bir değişime neden olmayabilir. Dolayısıyla ölümlülüğün genel seviyesinde gerçekleşebilecek herhangi bir düşüşün her yaşa etkisi farklı olacaktır. Bu değişimlerin etkisinin her yaş grubuna ayrı tanımlanmasını sağlayan b_x parametresidir. a_x parametresiye, her yaş grubu için yıllar üzerinden ortalama alınarak bulunan, dolayısıyla t indisinden arındırılan, yaşa özel ölümlülük düzeyidir. σ_ε^2 varyanslı ve sıfır ortalamalı olduğu kabul edilen $\varepsilon_{x,t}$ hata terimleri ise model tarafından yakalanamamış artık değerleri temsil eder.

2.2. Model Parametrelerinin En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmini

Burada, eşitliğin sağ tarafında hem a_x , b_x parametrelerinin hem de k_t ölümlülük indeksinin, gözlenmiş değerler yerine, tahmin edilmesi gereken parametreler şeklinde yer almasından dolayı basit regresyon yaklaşımıyla sonuç elde edilemez. Ancak, TDA ile yapılan EKK yöntemi model parametrelerinin bulunmasında görevlendirilebilir.

Eş. 2.1'deki modelin parametreleri EKK yöntemi kullanılarak bulunabilir. Daha özel olarak,

$$\sum_{x,t} (\ln(\widehat{m}_{x,t}) - a_x - b_x k_t)^2 \quad (2.3)$$

fonksiyonunu minimize ederek parametrelerin tahmin değerlerinden oluşan \widehat{a}_x , \widehat{b}_x ve \widehat{k}_t vektörleri bulunur. $\ln(m_{x,t})$ matrisinde zaman boyutu üzerinden ortalama alınarak elde edilen a_x vektörünün, $\ln(m_{x,t})$ matrisinden çıkartılarak oluşturulan $Z = [\ln(m_{x,t}) - a_x]$ matrisine TDA yöntemi uygulanırsa, EKK yöntemi ile parametre tahmini yapılmış olur [25].

TDA, Golub ve Kahan [37] tarafından tanıtılan ve bir A matrisini,

$$A_{mn} = U_{mm} S_{mn} V'_{nn}$$

şeklinde üç ayrı matrisin çarpımı olarak yazabilme yöntemidir. Burada,

U : Ortogonal bir matristir. Sütunları AA' matrisinin ortonormal özvektörlerinden oluşur.

V : Diyagonal bir matristir. Sütunları $A'A$ matrisinin ortonormal özvektörlerinden oluşur.

S : Diyagonal bir matristir. U ya da V matrislerinin özdeğerlerinin kareköklerini azalan sırada içerir.

Ölümlülüğün yıllar içerisindeki değişiminden bağımsız olan a_x parametresi, modelde kullanılan her yaş ya da her yaş aralığı için tüm yılların logaritmik ölüm hızlarının ortalamalarının alınması ile Eşitlik 2.4'te verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\widehat{a}_x = \frac{1}{T} \sum_t \ln(m_{x,t}) \quad (2.4)$$

Modeldeki diğer parametrelerin bulunabilmesi için,

$$Z_{x,t} = \ln(m_{x,t}) - \widehat{a}_x,$$

$$Z_{x,t} = \begin{bmatrix} Z_{x_1t_1} & \cdots & Z_{x_1t_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{x_At_1} & \cdots & Z_{x_At_n} \end{bmatrix},$$

matrisi üzerinde işlemler yapılır. Ancak, denklem sisteminin tek bir çözüm verebilmesi için,

$$\sum_x b_x^2 = 1 \quad (2.5)$$

$$\sum_t k_t = 0 \quad (2.6)$$

kriterlerinin de dikkate alınması gerekir.

$Z_{x,t}$ matrisinin, k_t ve b_x vektörlerine ayrıştırılabilmesi için Lee ve Carter [9], iki aşamalı bir kestirim yöntemi önermişlerdir. Bu yöntemde göre ilk olarak, $Z_{x,t}$ matrisi TDA yöntemi ile b_x ve k_t değerlerine ayrılır. Daha sonra, k_t değerlerini daha duyarlı hale getirebilmek için ikinci aşama kestirim kullanılır. TDA ile yapılan ilk aşama kestirim, ölüm hızlarının kendileri yerine logaritmik dönüşümleri ile yapılmış olduğundan, gerçek ölüm sayıları ile tahmin edilen ölüm sayıları arasında ölçülebilir farklar oluşabilmektedir. Modeli gerçekleştiren ölüm sayılarının tamamını yansıtabilecek düzeye getirebilmek için \widehat{a}_x ve \widehat{b}_x değerleri sabit tutularak \widehat{k}_t parametresi yeniden hesaplanır.

D_{xt} , t yılında gerçekleşen x yaş grubunda gözlenen ölüm sayıları; E_{xt} ise t yılındaki x yaş nüfusu olmak üzere,

$$\sum_x D_{xt} = \sum_x E_{xt} \exp(\widehat{a}_x + \widehat{b}_x \widehat{k}_t) \quad (2.7)$$

eşitliğini doğrulayacak ikinci aşama kestirim değerleri olan \widehat{k}_t değerleri, basit bir iteratif arama sonucunda bulunabilir.

2.3. Ölümlülük Düzeyi k_t 'nin Modellenmesi ve Model Öngörüsü

Lee-Carter modelinde, verinin modele oturtulmasından ve \widehat{a}_x , \widehat{b}_x ve \widehat{k}_t vektörlerinin elde edilmesinden sonra, modelde öngörü yapılabilmesi için yalnızca k_{t+s} değerlerinin kestirimlerinin yapılmasının yeterli olması, modele üstünlük kazandıran özelliklerden biridir [22].

Box ve Jenkins [38] zaman serisi modelleme yöntemleri ile ölümlülük indeksi modellenebilir ve geleceğe ilişkin öngörülerde bulunulabilir. Çalışılan veri setinin son takvim yılı t iken, x yaş grubu ve son takvim yılından sonraki s . yıl için ölüm hızı öngörüsü,

$$\ln(\widehat{m}_{x,t+s}) \approx \widehat{a}_x + \widehat{b}_x \widehat{k}_{t+s} \quad (2.8)$$

şeklinde olur.

Lee ve Carter [9], tek değişkenli ARIMA (0,1,0) zaman serileri modelini kullanarak ölüm hızlarının s yıl sonraki öngörü değerlerini hesaplamış, ancak farklı veri setleri için diğer ARIMA modellerinin de tercih edilebileceğini göstermişlerdir. Yapılan uygulamalarda k_t 'nin öngörülmesi için, sabit terimli rastgele yürüyüş modeli en sık kullanılan yöntemdir [31].

3. POISSON LOG-BİLİNEER YAKLAŞIMI İLE LEE-CARTER MODELLEMESİ

3.1. Giriş

Brouhns, Denuit ve Vermunt [1], Lee-Carter modelinin sakıncalarını içermeyen bir yaklaşım sunmuşlardır. Bunun için öncelikle, modelin yapısı klasik lineer modelden, geliştirilmiş lineer modele çevrilmiş; daha sonra da, ölüm sayılarını Poisson dağılımıyla modelleyerek değişen varyanslı hata dağılımına izin veren bir yapı elde edilmiştir.

Modelin yapısı geliştirilmiş lineer model yapısına çevrilirken,

- kolay ifade edilebilir ve kolay yorumlanabilir bir yapı elde etmeyi hem de hata dağılımının herhangi bir etkenden etkilenmesini engelleme,
- modeli hesaplama açısından çok daha kolay hale getirme, bu sayede parametre tahminlerini kolaylaştırma ve ortalama ve varyansı farklı olarak hesaplanabilir hale getirme,
- farklı yöntemlerle (EKK veya EÇO gibi) yapılan tahminlerin aynı sonuçları verir hale getirme,

gibi iyileştirmeler hedeflenmiştir [39].

Daha önce de bahsedildiği üzere, TDA ile yapılan EKK yönteminin ana eksikliği hataların sabit varyanslı dağıldığı varsayımdır. Gözlenen ölüm hızlarının logaritmaları ileri yaş gruplarında, gerçekleşen ölüm sayılarının çok daha az olması sebebiyle, daha değişkendir. Bu da sabit olmayan varyanslı bir yapı oluşturur. Söz konusu bu eksikliği giderebilmek, dolayısıyla, değişen varyanslı hata dağılımı yapısına izin verebilmek için ölüm sayıları Poisson olarak modellenir.

Ölüm sayılarının sayma sayıları rasgele değişkeni olması sebebiyle, Brillinger'e [40] göre, Poisson varsayımı mantıklı hale gelir. EKK yöntemindeki sorunlarla başa çıkabilmek için ölüm sayıları Eşitlik 3.1'deki gibi modellenmelidir [1]:

$$D_{xt} \sim \text{Poisson}(E_{xt} m_{x,t}) \quad , \quad m_{x,t} = \exp(a_x + b_x k_t). \quad (3.1)$$

Buradaki parametreler yine Eş. 3.2'deki kısıtlara sahiplerdir. Ölüm hızları yine $\ln(m_{x,t}) = a_x + b_x k_t$ log-bilineer yapısında olup parametrelerin hangi anlamlara geldiği klasik Lee-Carter modelindeki gibidir.

3.2. En Çok Olabilirlik Yöntemi ile Parametre Tahmini

a_x, b_x ve k_t parametrelerinin tahmini için, TDA ile yapılan EKK yöntemine başvurmak yerine, Eşitlik (2.1)'de verilen model üzerinden aşağıdaki log-olabilirlik fonksiyonu maksimize edilecektir [1]:

$$L(a, b, k) = \ln \left\{ \prod_t \prod_x \left(\frac{\hat{D}_{xt}^{D_{xt}} \exp(-\hat{D}_{xt})}{D_{xt}!} \right) \right\} = \sum_t \sum_x \{ D_{xt} \ln \hat{D}_{xt} - \hat{D}_{xt} - \ln \{ D_{xt}! \} \} = \sum_t \sum_x \{ D_{xt} (a_x + b_x k_t) - E_{xt} \exp(a_x + b_x k_t) \} + sbt. \quad (3.2)$$

Buradaki \hat{D}_{xt} , x yaş grubu ve t yılı için beklenen ölüm sayısını temsil eder. Yani,

$$\hat{D}_{xt} = E[D_{xt}] = E_{xt} \exp(a_x + b_x k_t) \quad (3.3)$$

biçimindedir. E_{xt} ise x yaş grubu ve t yılı için riske maruz değeri, yani yaşayan kişi sayısını gösterir.

Modeldeki $b_x k_t$ bi-lineer teriminin varlığından dolayı, modelin tahmini, piyasadaki Poisson regresyon yapan istatistiksel paket programlar ile mümkün olamamaktadır. Ancak Lem programı [18], [41] bu amaç için kullanılabilir. Lem programıyla, bi-lineer terimin varlığına rağmen, Poisson regresyon yapabilmesi için kullanılan kodlar Ek 1'de verilmiştir.

LEM programında log-olabilirlik fonksiyonunu maksimize etmekte kullanılan algoritma tek boyutlu ya da temel Newton olarak bilinen yöntemdir. Goodman [42], bi-lineer terime sahip log-lineer modelleri tahmin etmekte bu iterasyon yöntemini kullanan ilk kişidir. $v + 1$. adımda tek bir parametre, diğer parametrelerin o anki değerleri temel alınarak, Eşitlik 3.4 dikkate alınarak güncellenir:

$$\hat{\theta}^{(v+1)} = \hat{\theta}^{(v)} - \frac{\partial L^{(v)} / \partial \theta}{\partial^2 L^{(v)} / \partial \theta^2}, \quad (3.4)$$

Buradaki $L^{(v)} = L^{(v)}(\hat{\theta}^{(v)})$ 'dir. Yani v . adımda olabilirlik fonksiyonu içerisine güncellenen parametrenin v . adımdaki değeri yazılır.

Bu uygulamada üç set parametre vardır: \mathbf{a}_x , \mathbf{b}_x ve \mathbf{k}_t terimleri. Güncelleme yapılırken takip edilen adımlar aşağıdaki gibidir ve başlangıç değerleri $\hat{\mathbf{a}}_x^{(0)} = \mathbf{0}$, $\hat{\mathbf{b}}_x^{(0)} = \mathbf{0}$ ve $\hat{\mathbf{k}}_t^{(0)} = \mathbf{0}$ olarak belirlenir:

$$\begin{aligned}\hat{\mathbf{a}}_x^{(v+1)} &= \hat{\mathbf{a}}_x^{(v)} - \frac{\sum_t (\mathbf{D}_{xt} - \hat{\mathbf{D}}_{xt}^{(v)})}{-\sum_t \hat{\mathbf{D}}_{xt}^{(v)}}, & \hat{\mathbf{b}}_x^{(v+1)} &= \hat{\mathbf{b}}_x^{(v)}, & \hat{\mathbf{k}}_t^{(v+1)} &= \hat{\mathbf{k}}_t^{(v)}, \\ \hat{\mathbf{k}}_t^{(v+2)} &= \hat{\mathbf{k}}_t^{(v+1)} - \frac{\sum_x (\mathbf{D}_{xt} - \hat{\mathbf{D}}_{xt}^{(v+1)}) \hat{\mathbf{b}}_x^{(v+1)}}{-\sum_x \hat{\mathbf{D}}_{xt}^{(v+1)} (\hat{\mathbf{b}}_x^{(v+1)})^2}, & \hat{\mathbf{a}}_x^{(v+2)} &= \hat{\mathbf{a}}_x^{(v+1)}, & \hat{\mathbf{b}}_x^{(v+2)} &= \hat{\mathbf{b}}_x^{(v+1)}, \\ \hat{\mathbf{b}}_x^{(v+3)} &= \hat{\mathbf{b}}_x^{(v+2)} - \frac{\sum_x (\mathbf{D}_{xt} - \hat{\mathbf{D}}_{xt}^{(v+2)}) \hat{\mathbf{k}}_t^{(v+2)}}{-\sum_x \hat{\mathbf{D}}_{xt}^{(v+2)} (\hat{\mathbf{k}}_t^{(v+2)})^2}, & \hat{\mathbf{a}}_x^{(v+3)} &= \hat{\mathbf{a}}_x^{(v+2)}, & \hat{\mathbf{k}}_t^{(v+3)} &= \hat{\mathbf{k}}_t^{(v+2)},\end{aligned}$$

Bu algoritmanın durdurma koşulu olarak log-olabilirlik fonksiyonundaki çok küçük artışlar kullanılır (uygulamada daha keskin sonuçların elde edilebilmesi için 10^{-7} değeri kullanılmıştır).

Elde edilen LEM programı çıktıları modelde yerine yazılmadan önce Eşitlik 2.2'deki kısıtlara göre yeniden güncellenmelidir. Bu güncelleştirmeyi yapabilmek için öncelikle $t = 1, 2, \dots, T$ için $\hat{\mathbf{k}}_T$ değerini LEM programı vermeyeceğinden, bu değeri elde edebilmek adına, Eşitlik 2.2 de dikkate alınarak, Eşitlik 3.5'teki işlem yapılır.

$$\hat{\mathbf{k}}_T = -\sum_{t=1}^{T-1} \hat{\mathbf{k}}_t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (3.5)$$

Daha sonra, her bir $\hat{\mathbf{b}}_x$ değerinin, $\sum_x \hat{\mathbf{b}}_x$ değerine oranlanması gerekmektedir. $\hat{\mathbf{k}}_t$ parametresinin güncellemek için de her bir $\hat{\mathbf{k}}_t$ değerinin, $\sum_x \hat{\mathbf{b}}_x$ değeri ile çarpılması gerekmektedir. Ayrıca, $\hat{\mathbf{a}}_x$ parametresi için, yine LEM programının verdiği "main" değeri kullanılmalı; her bir $\hat{\mathbf{a}}_x$ değeri "main" değeri ile toplanmalıdır. Yani kısaca, parametre güncellemeleri için,

$$\hat{\mathbf{a}}_x = \hat{\mathbf{a}}_x + \mathbf{main},$$

$$\hat{\mathbf{b}}_x = \hat{\mathbf{b}}_x / \sum_x \hat{\mathbf{b}}_x,$$

$$\hat{\mathbf{k}}_t = \hat{\mathbf{k}}_t * \sum_x \hat{\mathbf{b}}_x, \quad x = 1, 2, \dots, X, \quad t = 1, 2, \dots, T.$$

eşitlikleri kullanılır.

TDA ile yapılmış klasik Lee-Carter yaklaşımına karşıt olarak, Poisson regresyonu yaklaşımında hata terimleri doğrudan ölüm sayılarına etkide bulunduğundan dolayı k_t parametresi için Eşitlik 2.7'deki gibi ikinci aşama tahmine gerek yoktur.

3.3. Ölümlülük düzeyi k_t 'nin modellenmesi

Elde edilen k_t değerleri, daha sonrasında Box-Jenkins teknikleriyle modellenerek k_{t+s} değerleri öngörülür. Yöntemin bu kısmı Bölüm 2.3'te anlatılan Klasik Lee-Carter modellemesindeki yaklaşımdan farklılaşmamaktadır.

4. POISSON LOG-BİLİNEER YAKLAŞIMI TÜRKİYE UYGULAMASI

4.1. Uygulamanın Amacı ve Açıklaması

Ölüm sayıları Poisson olarak modellendikten sonra Lee-Carter modelinin parametrelerinin EÇO yöntemi ile tahmini günümüzde dünya üzerinde birçok ülkede uygulanmıştır.

Bu çalışmada, Türkiye Hayat ve Hayat Annüite Tablolarının Oluşturulması Projesi'nde elde edilmiş ölüm düzeyi göstergesi olan model hayat tablosu seviyeleri kullanılarak, hem kadın hem de erkek için yıllar itibariyle yaşa özel ölüm hızları, ölüm sayıları ve riske maruz değerlerin tahmin edilmesi hedeflenmiştir.

Yapılan hesaplamalarda Microsoft Excel, SPSS, ve LEM Program by Vermunt programları kullanılmıştır.

Uygulamanın ham verisi, Türkiye Hayat ve Hayat Annüite Tablolarının Oluşturulması Projesi kapsamında belirlenmiş olan model hayat tablosu seviyelerinden yararlanılarak derlenmiştir. Dolayısıyla, Türkiye'nin ölümlülüğünün "Batı Modeli"ne uyum sağladığı varsayımı bu çalışmada da kabul edilmiştir. 1937 – 1995 yılları için yaş gruplarına özel ölüm hızları, ölüm sayıları ve riske maruz değerler, model hayat tablolarından yola çıkılarak, içdeğerleme yöntemi ile tahmin edilmiştir. Ayrıca, yine Türkiye Hayat ve Hayat Annüite Tablolarının Oluşturulması Projesi'nde göçün var olduğu varsayımı göz önünde bulundurularak model hayat tablosu seviyeleri belirlendiğinden, bu çalışma da göç düzeltmesini içinde barındırmaktadır.

Örnek teşkil etmeleri açısından, kadınlar için elde edilen ölüm sayıları ve riske maruz değerlerin, 1988-1995 yılları tahmin değerleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Hesaplanan tüm bu değerler, Eşitlik 3.2'deki fonksiyonunun maksimize edilebilmesi için LEM programına veri seti olarak tanımlanır.

LEM programında kullanılan kodlar EK 1'de verilmiştir. Unutulmamalıdır ki, piyasada bulunan ve Poisson Regresyon yapan istatistiksel paket programlar,

$b_x k_t$ bilinear teriminin varlığı sebebiyle, Eşitlik 3.2'deki fonksiyonu maksimize edememektedirler. Bu çalışmada bu yüzden LEM programı kullanılmıştır.

Çizelge 4.1: Hesaplanan ölüm sayıları – Kadın

Ölüm Sayıları (Kadın)	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
d(0,yıl)	3821,725	3743,064	3665,538	3627,189	3589,107	3551,292	3513,735	3476,444
d(1,yıl)	1113,935	1074,151	1034,94	1015,545	996,2841	977,1583	958,1627	939,302
d(5,yıl)	440,82	428,3565	416,0726	409,9964	403,9624	397,9708	392,0199	386,1112
d(10,yıl)	345,1988	336,0369	327,007	322,5404	318,1048	313,7004	309,3259	304,9824
d(15,yıl)	549,6306	535,5163	521,6054	514,7244	507,8912	501,106	494,3669	487,6756
d(20,yıl)	759,7329	742,1519	724,8243	716,2532	707,7417	699,2899	690,8956	682,5609
d(25,yıl)	899,5435	880,3117	861,3571	851,9812	842,6705	833,4251	824,2426	815,1253
d(30,yıl)	1052,057	1030,761	1009,773	999,3912	989,0815	978,8441	968,6763	958,5808
d(35,yıl)	1288,165	1265,631	1243,423	1232,437	1221,528	1210,695	1199,937	1189,254
d(40,yıl)	1655,24	1633,367	1611,81	1601,146	1590,557	1580,041	1569,598	1559,228
d(45,yıl)	2270,614	2249,813	2229,313	2219,173	2209,103	2199,104	2189,172	2179,311
d(50,yıl)	3207,424	3184,973	3162,846	3151,901	3141,032	3130,239	3119,519	3108,876
d(55,yıl)	4520,386	4497,605	4475,153	4464,046	4453,017	4442,066	4431,189	4420,389
d(60,yıl)	6610,608	6587,579	6564,883	6553,656	6542,507	6531,436	6520,441	6509,523
d(65,yıl)	9610,42	9601,011	9591,737	9587,15	9582,594	9578,071	9573,578	9569,117
d(70,yıl)	13357,75	13375,16	13392,33	13400,82	13409,25	13417,62	13425,94	13434,2
d(75,yıl)	16262,16	16324,56	16386,06	16416,48	16446,69	16476,69	16506,48	16536,07
d(80,yıl)	15654,32	15750,81	15845,91	15892,95	15939,66	15986,05	16032,12	16077,86

Çizelge 4.1'e bakıldığında, 70 ve üzeri yaş grupları hariç, diğer yaş gruplarında yaşa özel ölüm sayılarının yıllar itibariyle azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.2: Hesaplanan riske maruz değerler – Kadın

Riske Maruz Değer (Kadın)	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
e(0,yıl)	95255,81	94818,35	94387,19	94173,92	93962,13	93751,83	93542,96	93335,57
e(1,yıl)	381885,29	382301,78	382712,27	382915,33	383116,96	383317,19	383516,05	383713,50
e(5,yıl)	474111,86	474738,17	475355,46	475660,80	475964,01	476265,11	476564,15	476861,07
e(10,yıl)	472290,62	472967,11	473633,86	473963,67	474291,18	474616,40	474939,40	475260,11
e(15,yıl)	470073,25	470807,52	471531,21	471889,19	472244,67	472597,66	472948,25	473296,35
e(20,yıl)	466819,30	467632,48	468433,94	468830,39	469224,07	469615,00	470003,27	470388,78
e(25,yıl)	462683,61	463588,82	464480,99	464922,30	465360,54	465795,71	466227,92	466657,06
e(30,yıl)	457819,24	458825,81	459817,88	460308,60	460795,91	461279,81	461760,42	462237,61
e(35,yıl)	451992,77	453108,63	454208,40	454752,41	455292,63	455829,06	456361,85	456890,84
e(40,yıl)	444672,50	445899,29	447108,40	447706,49	448300,41	448890,18	449475,93	450057,52
e(45,yıl)	434919,26	436252,86	437567,23	438217,39	438863,02	439504,13	440140,88	440773,10
e(50,yıl)	421318,12	422759,52	424180,14	424882,85	425580,67	426273,60	426961,82	427645,14
e(55,yıl)	402130,60	403685,07	405217,14	405974,98	406727,55	407474,84	408217,05	408953,98
e(60,yıl)	374510,00	376179,13	377824,19	378637,92	379445,99	380248,40	381045,35	381836,64
e(65,yıl)	334256,95	336008,45	337734,70	338588,59	339436,54	340278,55	341114,83	341945,17
e(70,yıl)	277211,98	278946,31	280655,64	281501,16	282340,80	283174,56	284002,64	284824,84
e(75,yıl)	201825,17	203358,52	204869,76	205617,30	206359,63	207096,77	207828,89	208555,81
e(80,yıl)	120930,48	122076,47	123205,93	123764,62	124319,43	124870,34	125417,51	125960,79

Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.1'deki, 80 ve üzeri yaş grubuna bakıldığında, x ile $x + 1$ yaşları arasında yaşanmış toplam kişi-yıl sayısındaki, yani riske maruz değerdeki, artış oranının ölüm sayısındaki artış oranından daha fazla olduğu görülmektedir. Bu da yaşlı nüfusunda artış olasılığını akla getirmektedir.

4.2. Ölümlülüğün Poisson Log Bi-linear Yaklaşımıyla Modellenmesi

Bu bölümde, Lee-Carter Modeli'nin eksikliklerini gidermede kayda değer başarı sağlayan, Belçika ve uygulandığı diğer ülkelerde başarılı sonuçlar veren Poisson Log Bi-Linear yaklaşımının, Türkiye için hesaplanmış tahmini veri üzerindeki performansı incelenecektir. Veri seti olarak, Bölüm 4.1'de anlatılan 1937-1995 yıllarına ilişkin, cinsiyet tabanlı ölüm sayıları ve riske maruz değerler kullanılmıştır. Lee Carter modelinin parametre tahminlerini hesaplamalarda LEM by Vermunt programı kullanılmıştır.

Ölüm sayıları ve riske maruz değerler LEM Programı'na veri seti olarak tanımlandıktan sonra algoritma işletilmiştir. Elde edilen program çıktıları yorumlanmış ve Vermunt'un tavsiye ettiği şekilde güncellenmiştir [18].

Erkekler için elde edilen program çıktısı Ek 2'de verilmiştir.

Ek 2'de, **TABLE XT [or P(XT)]** değerleri güncellenmemiş \hat{a}_x , $X [spe(T, 1a)]$ değerleri güncellenmemiş \hat{b}_x ve $spe(T, 1a) [X]$ değerleri ise güncellenmemiş \hat{k}_t değerlerini verir.

Burada, \hat{a}_x vektörünün güncellenmesi için yine program çıktısı olarak verilen "main" değerinin her bir \hat{a}_x değerine eklenmesi gerekir [18].

Eş. 2.2'deki kısıtlar dikkate alındığından ve LEM programı tarafından \hat{b}_1 değerinin 1 olarak belirleniyor olmasından dolayı, \hat{b}_x parametresi güncellenirken basit bir ölçeklendirme düzeltmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Yani güncellenmiş \hat{b}_x değerlerini elde edebilmek için program çıktısı \hat{b}_x değerlerinin toplamıyla her bir \hat{b}_x değerini oranlamak gerekir [18].

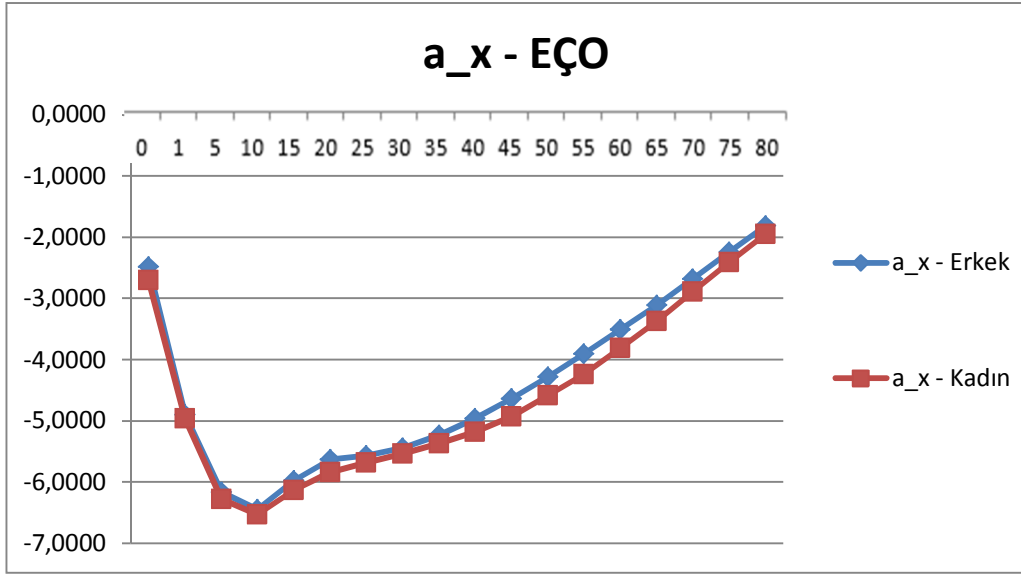
LEM programı kaç yıllık veri seti tanımlanırsa, kullanılan veri setinin yıl sayısının bir eksiği kadar \hat{k}_t değeri vermektedir. Yani en son T yılına dair verinin olduğu

setin LEM programı ile işlenmesinin ardından, çıktı olarak en son \hat{k}_{T-1} değeri alınabilecektir. Dolayısıyla öncelikle Eş 2.2'deki kısıt dikkate alınarak \hat{k}_T değeri belirlenmelidir. Bunun için $\sum_t k_t$ değerini 0 (sıfır) yapacak değeri bulmak yeterlidir. Yani;

$$\hat{k}_T = -\sum_{t=1}^{T-1} \hat{k}_t \quad (4.1)$$

Biçimindedir [18]. Daha sonra her bir \hat{k}_t değeri güncellenmemiş \hat{b}_x 'lerin toplamı olan $\sum_x \hat{b}_x$ ile çarpılır.

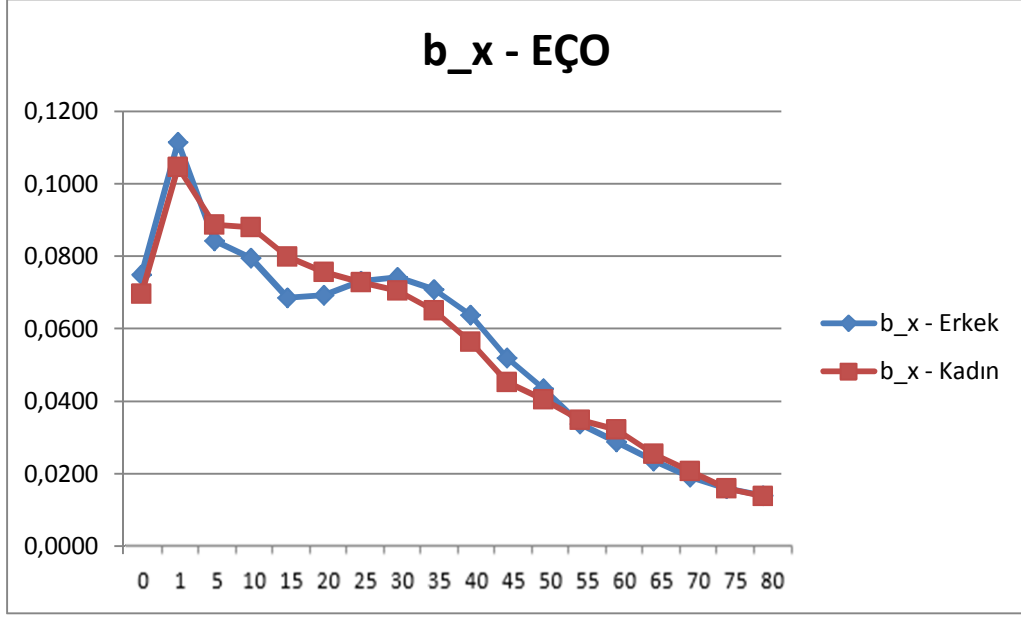
Tahmini Türkiye ölüm verisi ile yapılan çalışmadan elde edilen Poisson Log Bilinear yaklaşımlı Lee-Carter model parametre tahminleri sonuçları elde edilmiştir. Kadın ve erkek nüfusa ilişkin \hat{a}_x değerleri Ek 13 ve Ek 16'da verilmiştir. Şekil 4.1'de ise bu değerlerin çizgi grafiği gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Cinsiyete göre \hat{a}_x parametresinin karşılaştırılması

Ölümlülüğün yaşa özel ve takvim yılından bağımsız örüntüsü olan \hat{a}_x değerleri incelendiğinde, ölümlülüğün her iki cinsiyet için de 0 yaşından 10-14 yaş grubuna kadar beklediği gibi azalan bir seyir izlediği, daha sonrasında ise giderek arttığı görülmektedir. Ayrıca erkeklere ilişkin takvim yılından bağımsız olan ölümlülüğün, tüm yaş grupları için kadın ölümlülüğünden daha fazla olduğu gözlemlenmektedir.

Kadın ve erkek nüfusa ilişkin \hat{b}_x değerleri Ek 14 ve Ek 17'de verilmiştir. Şekil 4.2'de ise bu değerlerin çizgi grafiği gösterilmiştir.



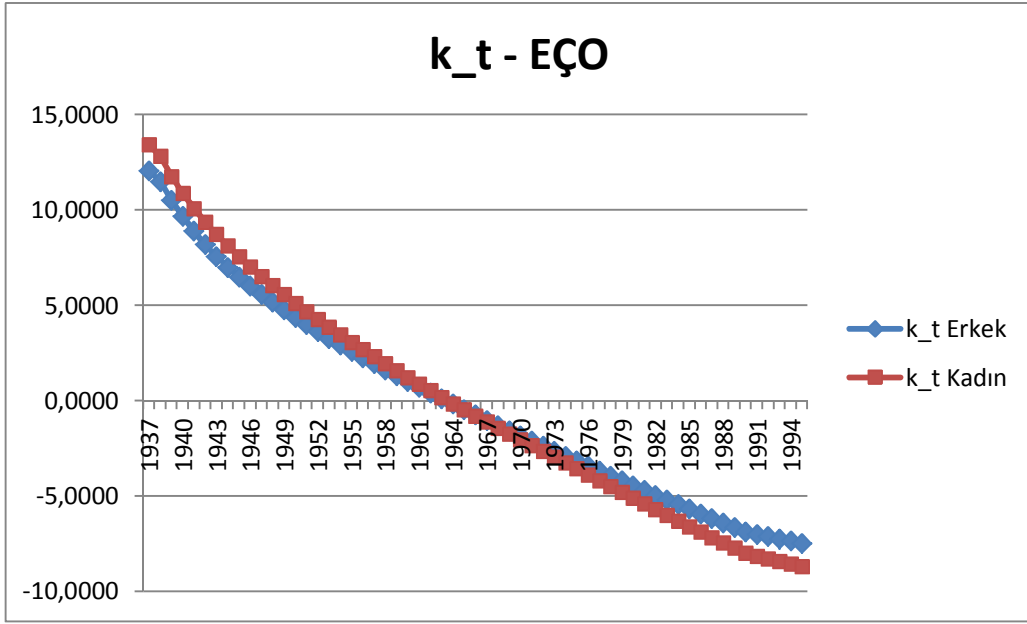
Şekil 4.2: Cinsiyete göre \hat{b}_x parametresinin karşılaştırılması

Ölümlülüğün yıllar içerisindeki değişiminin hangi yaşa ne oranda yansıdığını ifade eden \hat{b}_x parametresi sonuçları yorumlandığında; negatif bir değerle karşılaşılmadığı görülmektedir. Bu durum ölümlülüğün tüm yaşlar için azalmakta olduğunu ve hiçbir yaş aralığında ölümlülüğün artmayacağını göstermektedir. Grafikten de anlaşılacağı üzere, ölümlülüğün zamanla azalmakta olan yapısının en çok 1-4 yaş grubundaki nüfusa etkili olacağını ve bu yaş grubundaki ölümlülüğün diğer yaş gruplarına göre zamanla daha hızlı bir oranda azalacağı görülmektedir. Grafiğin azalış seyri, ölümlülük zamanla değişiminin etkisinin ilerleyen yaş gruplarında daha az olacağını göstermektedir.

Her iki cinsiyet için de \hat{b}_x değerlerinin seyrine bakıldığında, bazı yaş gruplarında erkekler için elde edilen değerlerin kadınlar için elde edilen değerlerden daha az çıktığı görülürken, bazı yaş grupları için de tam tersi gözlemlenmektedir. Bu da, ölümlülükteki azalışın, 5 – 24 yaş grubunda kadınlara, 30 – 54 yaş grubunda ise erkeklere daha fazla etkide bulunduğunu göstermektedir. Diğer yaş gruplarında ise \hat{b}_x değerleri arasında farkın neredeyse olmadığı da göz önüne alındığında, ölümlülükteki azalışın bu yaş gruplarındakilere eşit oranda etki etmekte olduğu düşünülebilir.

Lee-Carter modelinde ölüm hızı göstergesi olan k_t , tüm yaşlar için ölüm hızlarının yıllar boyunca gerçekleşen değişimini göstermektedir. EÇO yöntemi ile elde edilen

\hat{k}_t serisinin cinsiyet ayrımına göre karşılaştırılması Ek 15 ve Ek 18'de verilmiştir. Şekil 4.3'te ise bu değerlerin çizgi grafiği gösterilmiştir.

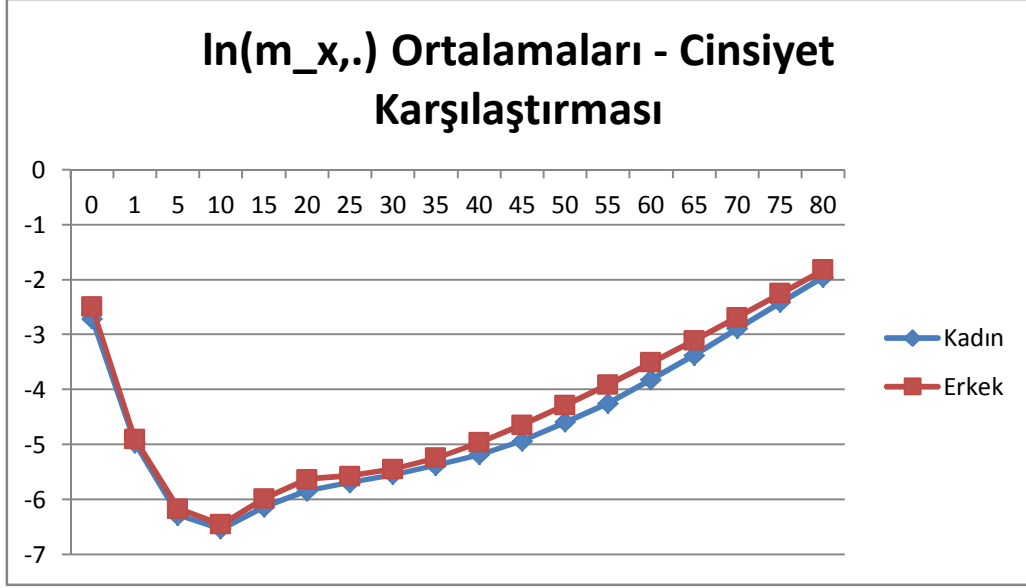


Şekil 4.3: Cinsiyete göre \hat{k}_t parametresinin karşılaştırılması

Ölümlülüğün yıllar içerisindeki seyrini ifade eden \hat{k}_t parametresinin kestirim değerleri, Türkiye nüfusu için ölümlülüğün, hem kadın hem de erkekler için azalmakta olan bir yapıda olduğunu göstermektedir. Elde edilen seride dönemsel iniş ya da çıkışların bulunmaması, ham verinin derlenmesi aşamasında kullanılan regresyon modellerinden kaynaklanmaktadır.

TDA yönteminin ölüm hızlarına uygulandığı Klasik Lee-Carter Modelin karşıt olarak, Poisson Log Bi-Lineer yönteminde hatalar doğrudan ölüm hızlarına etkide bulunmaktadır. Dolayısıyla Eş. 2.7'deki gibi ikinci aşama kestirim denkleminde ihtiyaç yoktur.

Elde edilen parametreler modelde yerine konulduğunda yıllara göre değişen yaş gruplarına özel ölüm hızlarının tahmin değerleri oluşur. Yıllar üzerinden ortalama alınarak oluşan $\hat{m}_{x,t}$ değerlerinin cinsiyet karşılaştırmaları Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4: $\ln(\hat{m}_{x,.})$ değerlerinin cinsiyet karşılaştırması

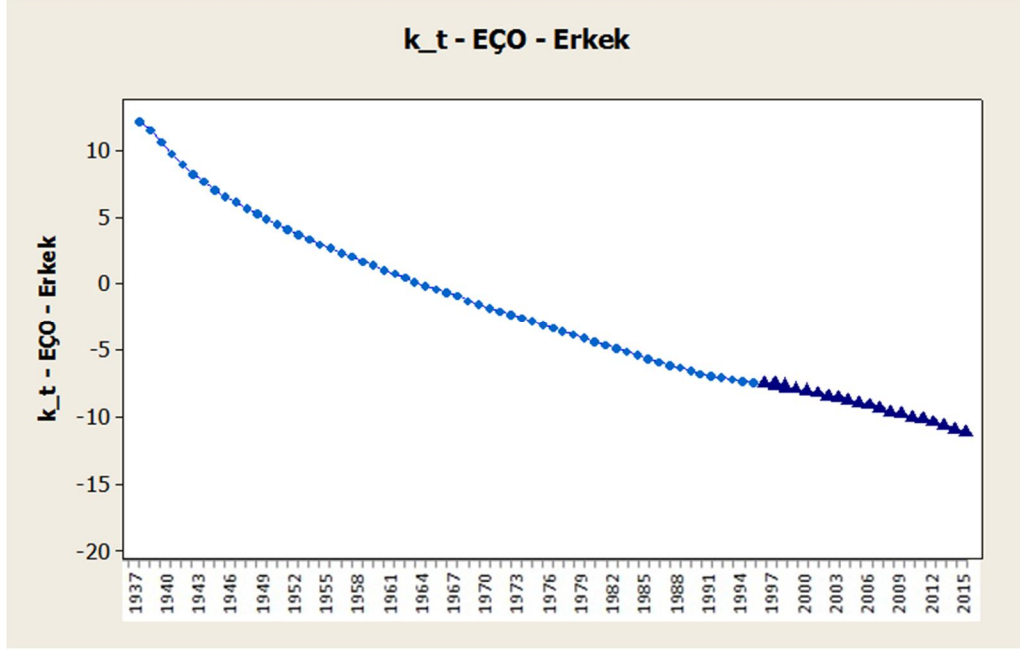
Şekil 4.4'te, $\ln(\hat{m}_{x,.})$ ortalamalarının cinsiyet bazında karşılaştırılması yer almaktadır. Görüldüğü üzere erkeklerin ölüm oranlarının logaritmalarının yıllar üzerinden ortalama değerleri kadınlara oranla her yaş gurubu için daha fazladır.

Gelecek Yıllara İlişkin Ölümlülük Tahminleri

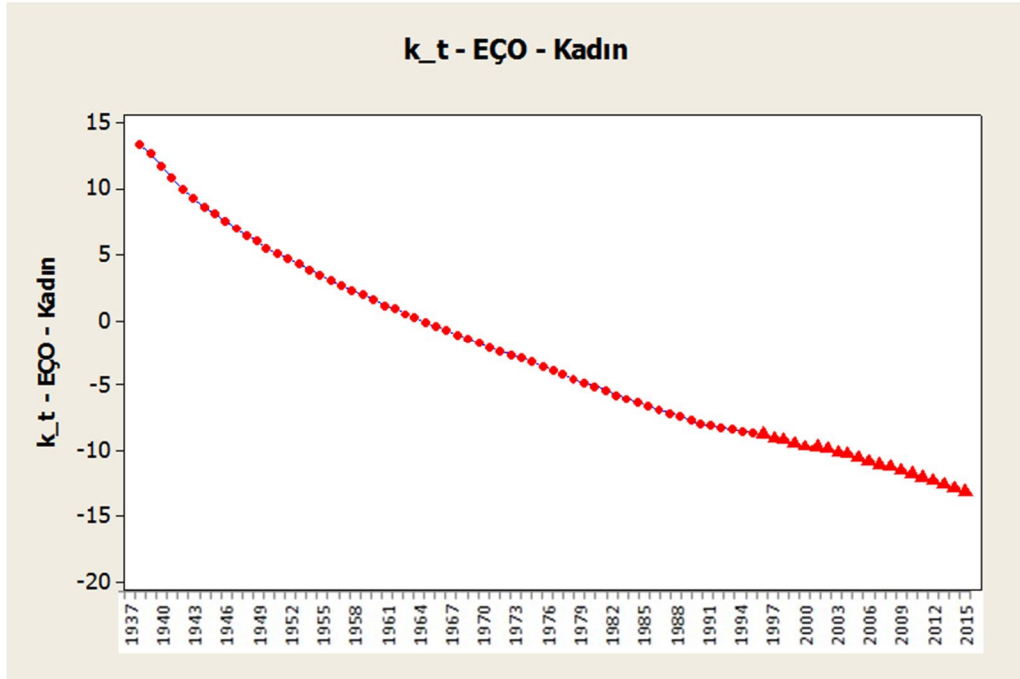
Çalışmanın bu bölümünde, Poisson Log Bi-Lineer yaklaşımı kullanılarak elde edilen 1937-1995 yılları arasındaki 59 yıllık veri kullanılarak, 2015 yılına kadar ölüm hızı öngörüsü yapılması amaçlanmıştır.

Daha önce de bahsedildiği gibi Lee-Carter modelinin en önemli iki üstünlüğü, sadeliği ve modelleme aşamasında ürettiği başarılı sonuçlardır. MINITAB yazılımı kullanılarak yapılan en uygun ARIMA(p,d,q) modelinin, her iki cinsiyet için de ARIMA(1,1,0) olduğu görülmüştür. Lee ve Carter'ın [9] çalışmasındaki projeksiyon uygulamalarında en uygun modelin ARIMA (0,1,0) çıkmış olması nedeniyle literatürdeki birçok çalışmada, en uygun model olmasa dahi sabit terimli rastgele yürüyüş modeli kullanılarak öngörü çalışmaları yapılmıştır. Ancak bu çalışmanın konusu olan Türkiye ölümlülük değerlerinin öngörülmesi çalışmasında bulunan ARIMA (1,1,0) modelinin daha uyumlu sonuçlar üretmesi nedeniyle sabit terimli rastgele yürüyüş modeli yerine, ARIMA(1,1,0) in kullanılması tercih edilmiştir.

\hat{k}_t parametresinin modellenmesi sonucu 1996 yılından itibaren yapılan 20 yıllık öngörü değerleri, erkekler için Şekil 4.5'te ve kadınlar için Şekil 4.6'da sunulmuştur.



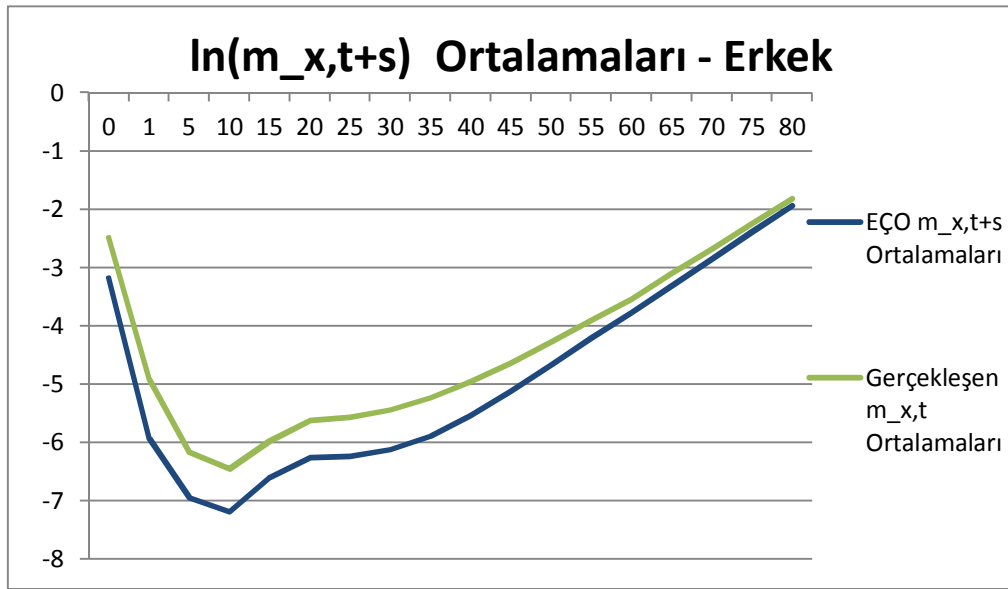
Şekil 4.5: Genel ölümlülük düzeyi \hat{k}_t 'nin projeksiyonu – Erkek



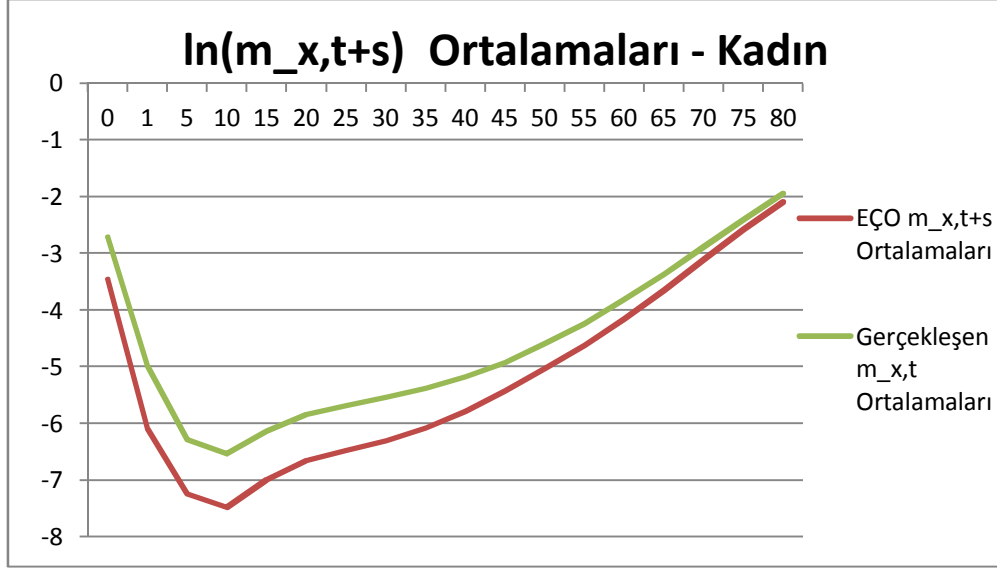
Şekil 4.6: Genel ölümlülük düzeyi \hat{k}_t 'nin projeksiyonu – Kadın

Geçmişe ilişkin ölüm sayıları ve riske maruz değerlerin, regresyon modellemesi sonucu pürüzsüz bir yapıda elde edilmiş olmasından dolayı öngörü değerleri de dalgalanmalar içermemektedir.

Daha sonrasında, Bölüm 3'te bahsedilen Poisson Log-Bilineer yaklaşımı kullanılarak yapılan Lee-Carter modeli bozulmadan öngörü yapılır. Elde edilen \hat{k}_{t+s} değerleri ve daha önceden elde edilmiş \hat{a}_x ve \hat{b}_x parametre değerleri birlikte kullanılarak gelecek için ölüm hızı tahminleri olan $\hat{m}_{x,t+s}$ değerleri elde edilir. Projekte edilen ölüm hızlarının gerçekleşen ölüm hızları ortalamalarından ne denli saptığının cinsiyet bazında incelenebilmesi için Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'e bakılabilir.



Şekil 4.7: Projeksiyon değerlerinin ortalamaları ile gerçekleşen değerlerin ortalamalarının karşılaştırılması – Erkek.



Şekil 4.8: Projeksiyon değerlerinin ortalamaları ile gerçekleşen değerlerin ortalamalarının karşılaştırılması – Kadın.

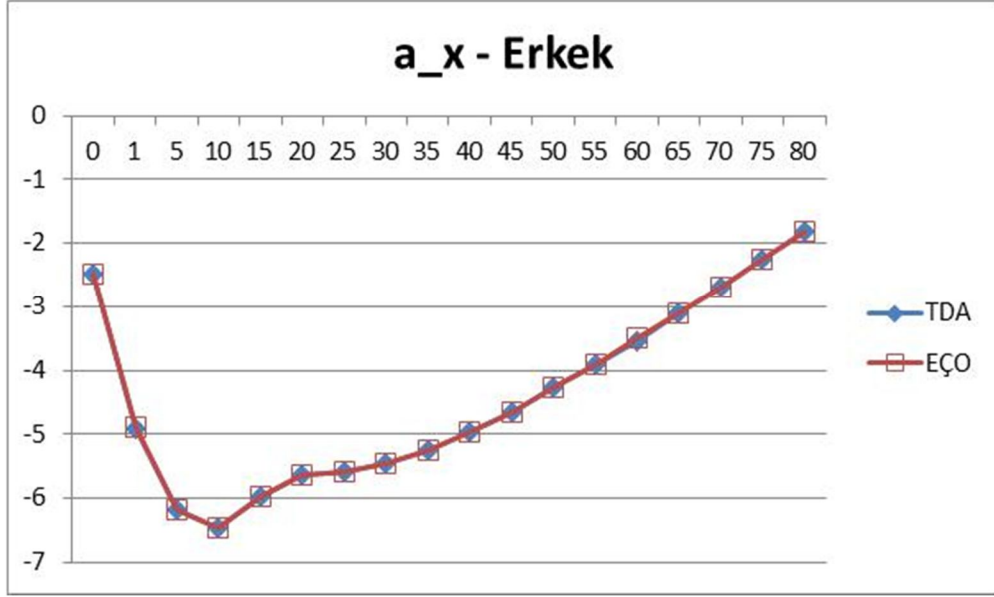
Her iki cinsiyete ait $\ln(\hat{m}_{x,t+s})$ projeksiyon değerleri, tahmin edilen $\ln(\hat{m}_{x,t})$ değerleri ile karşılaştırıldığında benzer şekilde sapma gösterdikleri görülebilir.

4.3. Klasik ve Poisson Log-Bilineer Yaklaşımlı Lee-Carter Türkiye Modellerinin Karşılaştırılması

Burada, İkinci Bölüm'de ve Üçüncü Bölüm'de açıklanmış olan Klasik Lee-Carter modeli ve Poisson Log-Bilineer yaklaşımıyla yapılan Lee-Carter modelinin uygulama sonuçlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

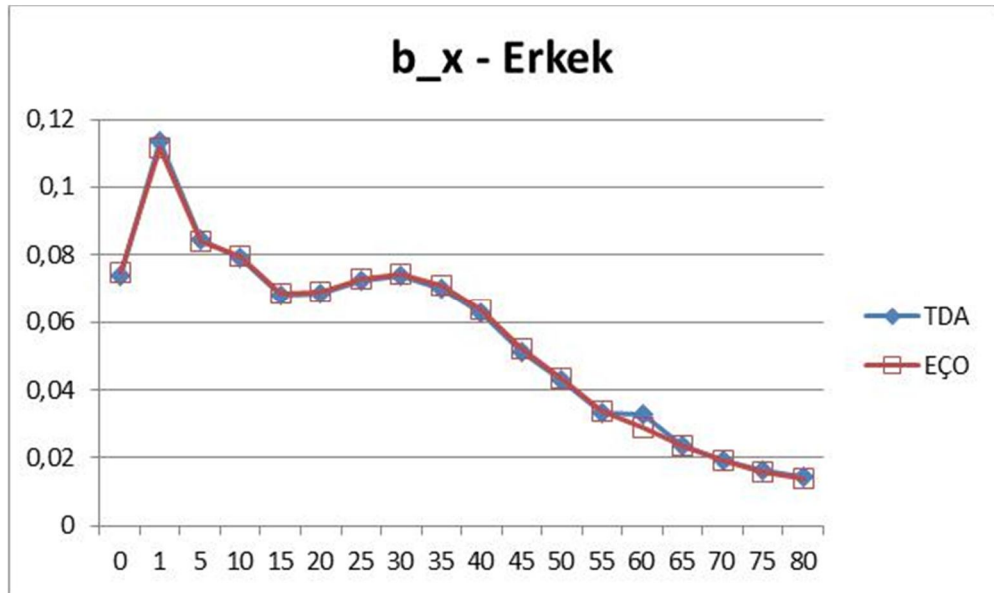
Türkiye mortalite projesi çalışmasında açıklanan regresyon modeli ile elde edilmiş olan 1937-1995 yılları arası ölüm hızları, her iki yöntem ile modellenmiş ve 1996-2015 yılları için projeksiyonları yapılmıştır.

Modelleme sonucu elde edilen parametre tahmini sonuçlarının görsel karşılaştırılması Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11'de gösterilmiştir.



Şekil 4.9: Parametre tahmini sonuçları – Erkek (\hat{a}_x parametresi)

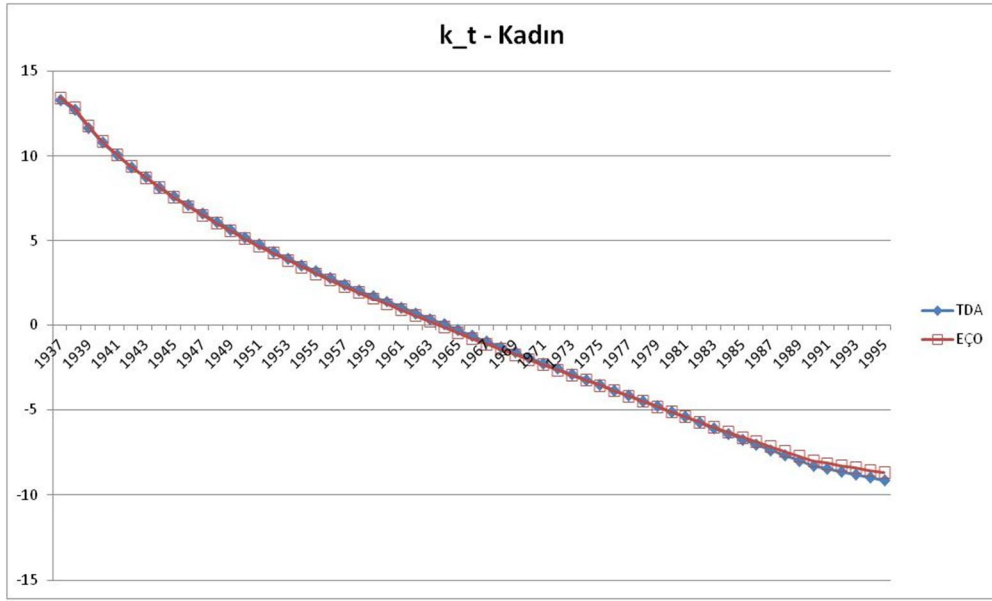
Zamandan bağımsız olan ve yaşa özel ölümlülüğü anlatan \hat{a}_x 'in her iki yöntem kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları Şekil 4.9'daki grafik ile verilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere sonuçlar neredeyse birbirine eşittir. Aynı durum kadınlar için de söz konusudur.



Şekil 4.10: Parametre tahmini sonuçları – Erkek (\hat{b}_x parametresi)

Yıllara göre değişen genel ölümlülük düzeyinin yaş gruplarına ne kadar etki edeceğini belirten \hat{b}_x parametresinin, her iki yöntem kullanılarak bulunan tahmin sonuçları Şekil 4.10'da verilmiştir. Görülebileceği üzere, parametre tahmin

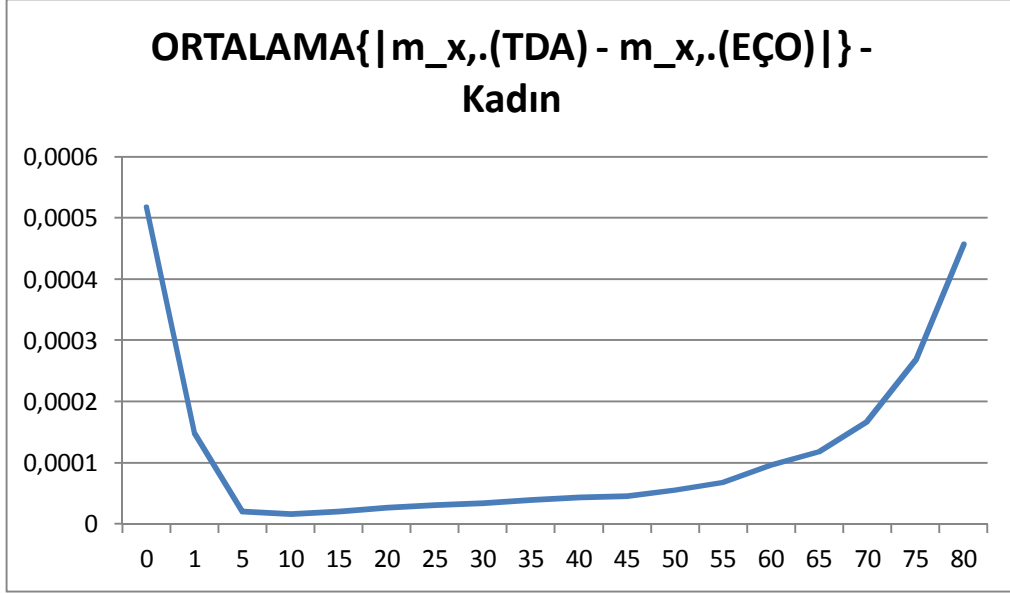
sonuçları birbirlerine çok yakın olmasına rağmen 1-4 ve 60-64 yaş gruplarında farklılaşmalar göze çarpmaktadır.



Şekil 4.11: Parametre tahmini sonuçları – Kadın (\hat{k}_t parametresi)

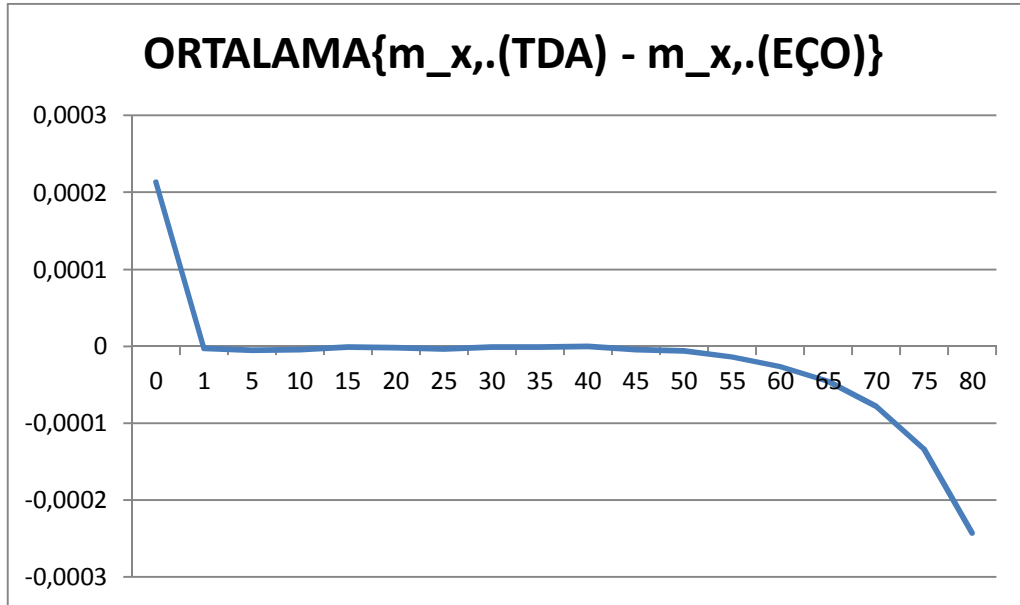
Ölümlülüğün yıllara göre değişimini açıklayan \hat{k}_t parametresinin her iki yöntemle elde edilen tahmin sonuçlarının görsel olarak karşılaştırılması Şekil 4.11'de mevcuttur. EÇO yönteminden elde edilen sonuçlara bakılırsa, TDA yönteminden elde edilenlere oranla ölümlülüğün 1985 yılından sonra biraz daha yavaş azalacağı anlaşılabilir.

TDA yönteminden ve EÇO yönteminden elde edilen tahmini ölüm hızlarının farklarından oluşan 18 satır (yaş grupları) ve 59 sütunlu (yıllar) matris incelenirse yöntemler arası farkın nerelerde olduğu görülebilir. Söz konusu matristeki hücrelerin, öncelikle ters yönlü farkların birbirini nötrlememesi için mutlak değerleri ve daha sonra yıllar üzerinden ortalamaları alındığında oluşan çizgi grafiği Şekil 4.12'dedir.



Şekil 4.12: $\hat{m}_{x,t}$ değerlerinin mutlak farklarının yıllar üzerinden ortalamaları – Kadın

Şekil 4.12’de yöntemler arası farkın olduğu görülmektedir. Söz konusu olan bu farkın hangi yaş gruplarında ne yönde olduğunun anlaşılabilmesi için aynı matrisin mutlak değeri alınmadan yıllar üzerinden ortalamaları alındığında oluşan grafik Şekil 4.13’tedir.

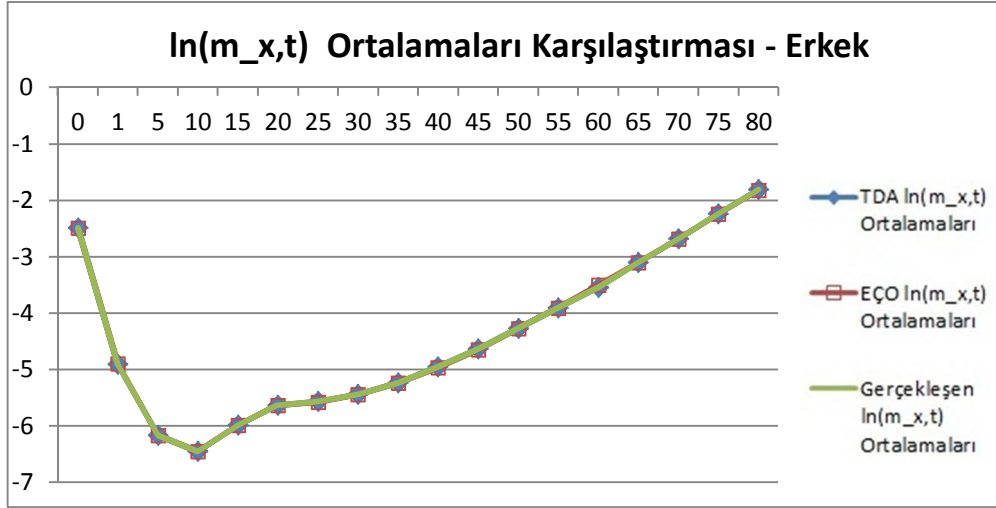


Şekil 4.13: $\hat{m}_{x,t}$ değerlerinin farklarının yıllar üzerinden ortalamaları – Kadın

Şekil 4.13’ten, TDA yöntemi ile “yeni doğan” ölümlülüğünün daha yüksek olarak tahmin edildiği, EÇO yönteminde ise “65 ve üzeri” yaş grupları için ölümlülüğün

daha yüksek olarak tahmin edildiği, geri kalan yaş grupları içinse farkın neredeyse sıfır olduğu görülmektedir.

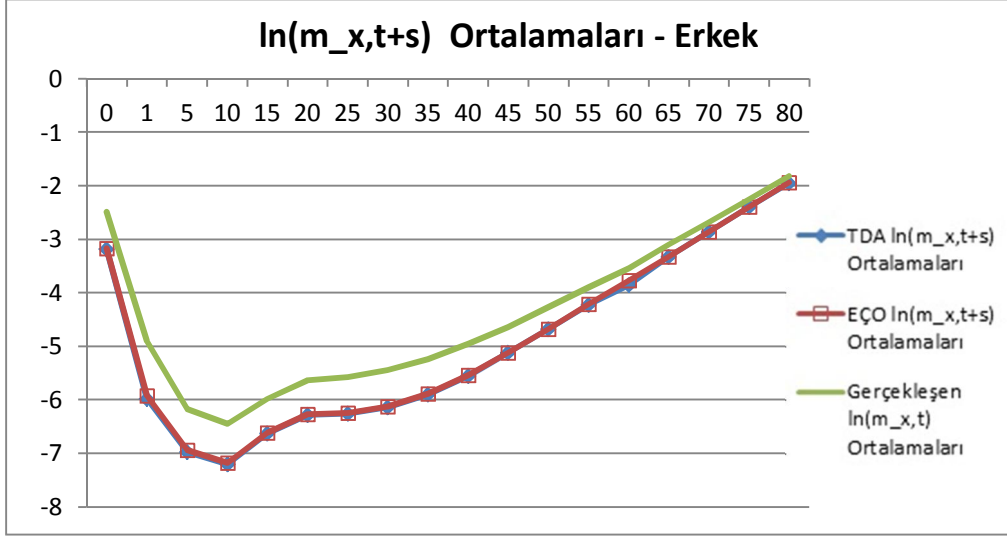
Şekil 4.12'den ve Şekil 4.13'ten, "yeni doğan" ve "65 ve üzeri" yaş gruplarında, regresyonla elde edilen veri üzerinde çalışılmasına rağmen, EÇO yönteminin TDA yönteminden az da olsa farklı sonuçlar ürettiği anlaşılmaktadır. Bu farkın ne denli az olduğuna Şekil 4.14'den de bakılabilir:



Şekil 4.14: Tahmini ve gerçekleşen logaritmik ölüm hızlarının yıllar üzerinden alınan ortalamaları – Erkek.

Lee-Carter Modellemesinin asıl amacı, ölüm hızlarını en doğru şekilde modelleyerek en az hata ile projekte edebilmektir. Projeksiyonun en az hata ile yapılabilmesi için de, parametre tahminlerinin hassasiyetle elde edilmesi gerekmektedir.

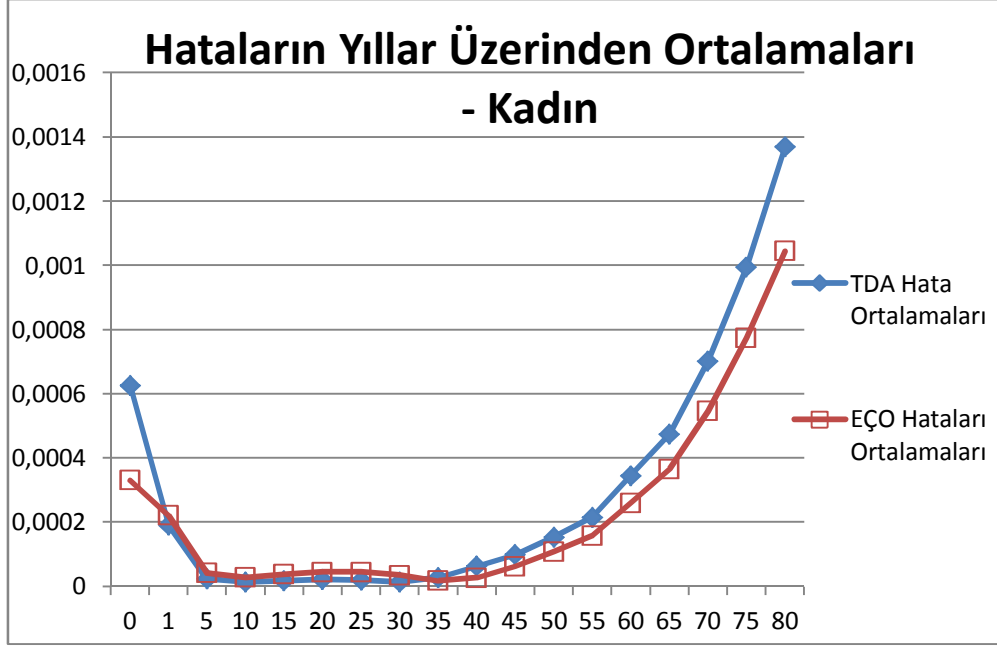
Erkekler için, yapılan projeksiyonlar sonucunda elde edilen 1996-2015 yılları ölüm hızı değerlerinin ortalamaları, gerçekleştiği kabul edilen 1937-1995 yılları ölüm hızı değerleri ortalamalarıyla karşılaştırılırsa, Şekil 4.15'deki grafik elde edilir.



Şekil 4.15: Projeksiyon değerlerinin, gerçekleşen ölüm hızı değerlerine göre karşılaştırılması – Erkek.

Şekil 4.15’de, projeksiyon değerleri ortalamalarının, gerçekleştiği kabul edilen değerler ortalaması altında kalması ölüm hızının zamanla azalacağı iddiasını doğrular niteliktedir. Her iki yöntem ile elde edilen sonuçlar arası fark görülememektedir. Bu durumun, uygulamada kullanılan verinin regresyonla üretilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, her iki yöntem de ileri yaş gruplarında ölüm hızlarının genel seyrine çok yakın projeksiyon sonuçları vermektedir.

Tahmini değerler ile gerçekleştiği varsayılan değerler arasında oluşan fark $\epsilon_{x,t}$ değerlerini oluşturur. Cinsiyeti kadın olanlar için, her iki yöntemden elde edilen hataların mutlak değerlerinin, yıllar üzerinden ortalaması alındıktan sonra oluşturduğu çizgi grafiği Şekil 4.16’da verilmiştir.



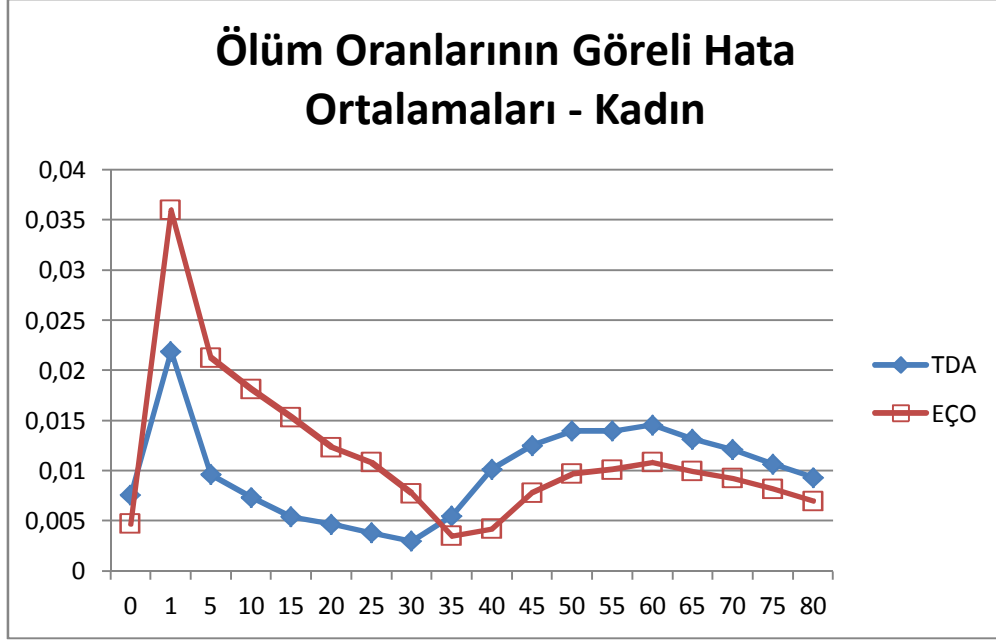
Şekil 4.16: Yıllar üzerinden ortalama alınan $\varepsilon_{x,t}$ değerlerinin karşılaştırılması – Kadın

Şekil 4.16'dan, EÇO yöntemi ile elde edilen $\varepsilon_{x,t}$ hatalarının yıllar üzerinden ortalaması alındığında, yeni doğan ve 40-44 ve sonraki yaş grupları ölümlülüğünde, bu yöntem ile daha az hata elde edildiği görülebilir. Benzer durum erkeklerde de söz konusudur.

İki yöntemin farklı bir açıdan daha karşılaştırılabilmesi için, yıllar üzerinden ortalama görelî hatalarına bakılmalıdır. Ortalama görelî hata,

$$\frac{\sum_t(|\widehat{m}_{x,t} - m_{x,t}|)/m_{x,t}}{T} \quad (4.2)$$

formülü kullanılarak hesaplanır. Her iki yöntemin tüm yaş grupları için ortalama görelî hata grafiği Şekil 4.17'de verilmiştir.



Şekil 4.17: Ölüm Hızlarının Mutlak Değişim Yüzdesi Ortalaması – Kadın

Şekil 4.17’den anlaşıldığı üzere, TDA yöntemi ile elde edilen ölüm hızlarının mutlak değişim yüzdesi “yeni doğan” ve “35 ve sonraki” yaş gruplarının ölümlülüğünü tahmin etmede daha yüksektir. Bu da EÇO yöntemi ile elde edilen sonuçların daha güvenilir olduğunu kanıtlar.

4.4. Azalan Ölümlülüğü Dikkate Alan Prim Hesaplamaları

Genellikle eşit miktarda ve belirli bir zaman boyunca düzenli olarak yapılan ödemelerin bir dizisi anüite (annuity) olarak adlandırılır. Günlük hayatta çeşitli anüite problemleri ile karşılaşmak mümkündür [43]. Örneğin büyük sosyal güvenlik kurumlarının finansmanı bir çeşit anüite problemidir. Ayrıca; düzenli tasarruflar, kira ödemeleri, araba veya ev satın alma, hayat sigortası primleri, bono ve tahvil faiz ödemeleri de anüite problemleridir.

Hayat anüiteleri, hayat sigortası şirketleri tarafından satılan bir anüite çeşitidir. Hayat anüitelerinin temel fikri oldukça basittir. İnsallar genellikle çalışma hayatları süresinde, emeklilik zamanlarında kendi geçimlerine destek olmak amacıyla, bir tasarrufa gitmekte zorlanırlar. Bu zorlanmanın bir nedeni, emeklilik yaşına ulaşmadan ölmeleri durumunda tasarruflarından kendileri yararlanamayacak olmaları düşüncesidir. Hayat anüitesi ile, belirli bir yaşa ulaşılması durumunda gelecekteki toplam birikimden pay sahibi olabilmek için, aynı yaş grubundaki

herkes hayat sigortası şirketine eşit miktarda katkıda bulunur. Böylece hayatta kalanlar kendi katkılarından daha fazla miktarda para almaya hak kazanırlar. Çünkü hem birikimleri çeşitli yatırım araçları ile değerlendirilmektedir hem de ölenlerin katkıları bölüşülmektedir. Hiç kimse ne zaman öleceğini bilemediği için ve ödeme hayatta kalmaya bağlı olduğu için hayat anüiteleri bir tür koşullu anüitedir (contingent annuity).

Hayat sigortalarının temel fikri de hayat anüitelerinininki gibidir. Her ikisi de gelecekte karşılaşılması olası risklere karşı koruma amacı ile tasarlanmış sözleşmelerdir. Ancak; hayat anüiteleri anüiteyi satın alan kişiye yaşlılık zamanında kullanması için ödeme yaparken, hayat sigortası satın alan bir kişinin kendisi birikiminden yararlanamaz. Hayat anüitesi, önceden belirlenmiş zamanda poliçeyi satın alan kişinin hayatta olması durumunda, sözleşmede belirtildiği gibi poliçeyi satın alan kişiye ödenir. Hayat sigortası ise, sigorta yaptıranın ölmesi durumunda sigorta yaptıranın sözleşmede belirlediği lehtar(lar)a ödenir. Dolayısıyla hayat anüiteleri ile hayat sigortaları farklıdır. Ancak; hayat anüiteleri matematiği, ya da aktüeryal hesaplamalar, hayat sigortaları ile benzer kavramlara dayandığından; hayat anüiteleri hayat sigortalarının bir parçası olarak düşünülür [43].

Hayat anüitesi ya da hayat sigortası sözleşmesinde belirtilen gelecekteki ödemelerin (faydaların) sağlanabilmesi için sigortalının fona katkıda bulunması gereken miktara net prim (net premium) denir. Net prime ek olarak çalışanların ücretleri, kira, amortisman gibi yönetim masrafları ve kar gibi sigorta şirketlerinin ücretlendirmeleri gereken diğer miktarlar yükleme masrafları (loading cost) olarak adlandırılır. Net prim ile yükleme masraflarının toplamı brüt prim (gross premium) olarak adlandırılır. Yükleme masrafları sigorta şirketleri arasında farklılık göstereceği için kolaylık olması açısından burada sadece net prim hesaplaması üzerinde durulacaktır.

Herhangi bir anüite sözleşmesi ya da sigorta poliçesi için net prim ile gelecekteki ödemeler arasındaki ilişki poliçenin satın alınma tarihi itibarı ile aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

net prim(ler)in bugünkü değeri = gelecek ödeme(ler)in bugünkü değeri

Net prim bir defada ödenebilir. Bu durumda net tek prim (net single premium) olarak ifade edilir. Ayrıca prim ödemesi eşit miktarlara bölünerek belirli zaman aralıklarında da ödenebilir. Bu durumda ise net yıllık primler (net annual premiums) olarak adlandırılır. Net tek prim ödemesi genellikle hayat anüitesi sözleşmelerinde, net yıllık prim ödemeleri ise hayat sigortası poliçelerinde uygulanır.

Normal Dönemsel Hayat Anüitesi

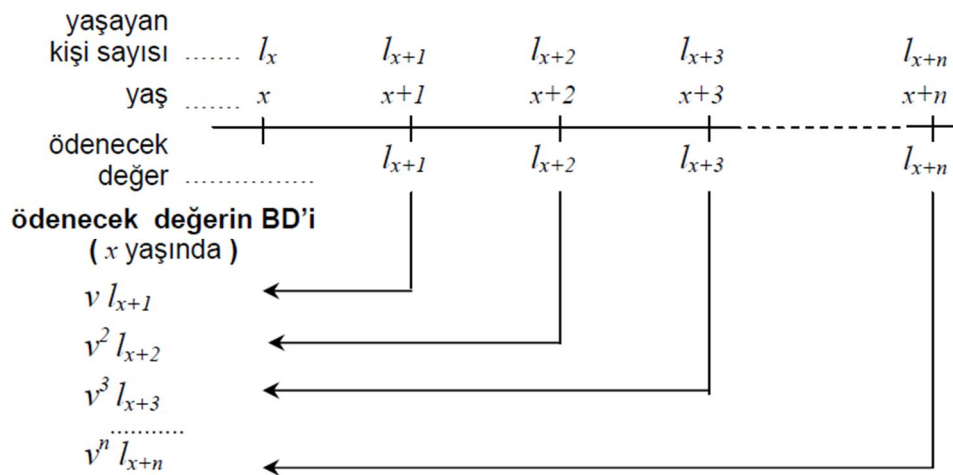
Normal dönemsel hayat anüitesinde kişiye ilk ödeme sözleşme satın alma tarihinden bir yıl sonra yapılır. Bu durumda, x yaşında normal dönemsel hayat anüitesi sözleşmesi satın alan bir kişiye ilk ödeme $x + 1$ yaşında yapılır. Normal Dönemsel Hayat Anüitesi'nde kişiye ödeme; hayatta olduğu sürece değil, belirli bir dönem boyunca hayatta olduğu sürece yapılır.

n : Ödeme sayısı

i : Faiz oranı ve $v^n = (1 + i)^{-n}$

$a_{x:n}$: x yaşındaki bir kişinin; hayatta olması koşuluyla, n yıl boyunca her yılın sonunda 1 ödemeli normal dönemsel hayat anüitesi sözleşmesi karşılığında ödemesi gereken net tek prim miktarı

olmak üzere $a_{x:n}$ değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır:



$$a_{x:\overline{n}|} = \frac{vl_{x+1} + v^2l_{x+2} + v^3l_{x+3} + \dots + v^nl_{x+n}}{l_x} \quad (4.3)$$

Eşitlik (4.3)'den elde edilen değer R ile çarpılırsa, n yıl boyunca her yılın sonunda $\text{₺}R$ ödemeli normal dönemsel hayat anüitesi sözleşmesi karşılığında kişinin ödemesi gereken net tek prim mitkarı bulunmuş olur.

Normal Dönemsel Hayat Sigortası

Hayat sigortası şirketleri, kişilerin ihtiyaçlarını karşılayabilmek amacıyla çok sayıda farklı sigorta sözleşmeleri sunarlar. Ancak, bunların hepsi genel olarak üç ana gruba ayrılır (Shao ve Shao, 1998);

- tam hayat sigortaları (whole life insurance),
- dönem sigortaları (term insurance),
- gelir sigortaları (endowment insurance).

Sigorta şirketlerinin sunduğu hayat sigortası sözleşmeleri, ya bunlardan biridir ya da bunların bir karmasıdır. Bazı hayat sigortası sözleşmelerinde ise, sigorta şirketinin yükümlülüklerinin gelecekteki bir tarihten itibaren başlaması durumu da söz konusudur.

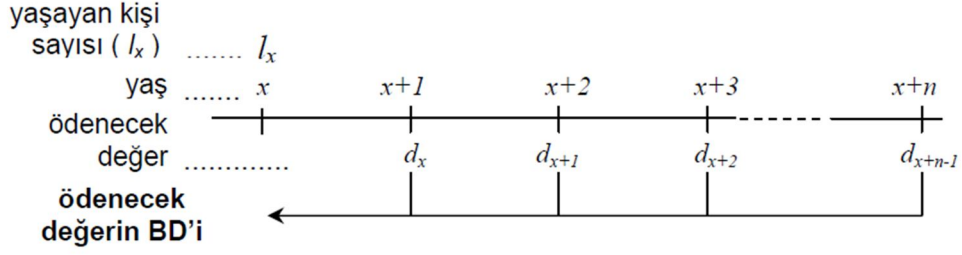
Dönem sigortası sözleşmesi ile sigorta şirketi, sözleşme dönemi içinde sigortalının ölümü durumunda, sözleşmede belirtilen lehtar(lar)a belirli bir miktar para ödemeyi üstlenir.

n : Ödeme sayısı

i : Faiz oranı ve $v^n = (1 + i)^{-n}$

$A_{x:\overline{n}|}^1$: x yaşındaki bir kişinin; ölümü halinde lehtar(lar)ına yapılacak $\text{₺}1$ 'lik ölüm tazminatlı, n yıllık dönem sigortası sözleşmesi için ödemesi gereken net tek prim mitkarı

olmak üzere $A_{x:\overline{n}|}^1$ değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır:



$$A_{x:n}^1 = \frac{vd_x + v^2d_{x+1} + v^3d_{x+2} + \dots + v^nd_{x+n-1}}{l_x} \quad (4.4)$$

Eşitlik (4.4)'den elde edilen değer R ile çarpılırsa, x yaşındaki bir kişinin; ölümü halinde lehtar(lar)ına yapılacak R 'lik ölüm tazminatlı, n yıllık dönem sigortası sözleşmesi için ödemesi gereken net tek prim miktarı bulunmuş olur.

4.4.1. Dönemsel Hayat Anüitesi Uygulaması

Bu çalışmada Poisson Log-Bilineer modellemesinin Türkiye uygulamasından elde edilen beşerli yaş gruplarına özel ölüm hızları kullanılarak bir hayat tablosu oluşturulmak istendiğinde, öncelikle yaş grubu aralıklarının birer yaşa indirilmesi gerekecektir. Bunun için Karup Kings yöntemi kullanılabilir. Elde edilen *her yaşa özel* ölüm hızlarından ölüm olasılıkları,

$$q_{x,t} = 1 - e^{-m_{x,t}} \quad (4.5)$$

eşitliği kullanılarak bulunabilir. $x + 1$ yaşında yaşayan kişi sayısı ise,

$$l_{x+1} = l_x * (1 - q_x) \quad (4.6)$$

eşitliği ile, istenilen l_0 başlangıç değeri seçilerek bulunabilir.

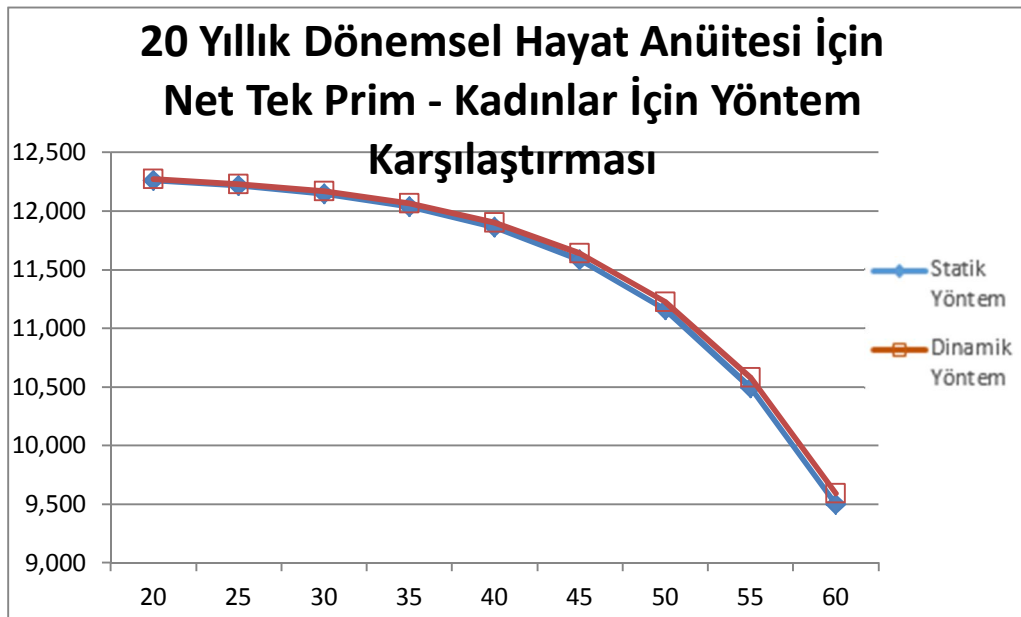
Bölüm 4.2'de sunulan, 1996 – 2015 yıllarına ilişkin ölüm hızları kullanılarak hem kadın hem de erkek için, $l_{x,t+s}$ matrisi hesaplanabilir. Ayrıca, Bölüm 4.2'de elde edilmiş olan, 1995 yılı ölüm hızları kullanılarak hesaplanan $l_{x,1995}$ vektörü, prim karşılaştırmalarında kontrol grubu olarak seçilecektir.

Yalnızca 1995 yılı hayat tablosu verileri ışığında, x yaşındaki bir kişinin; hayatta olması koşuluyla, 20 yıl boyunca her yılın sonunda 1 ödemeli, $i = 0.05$ sabit faiz

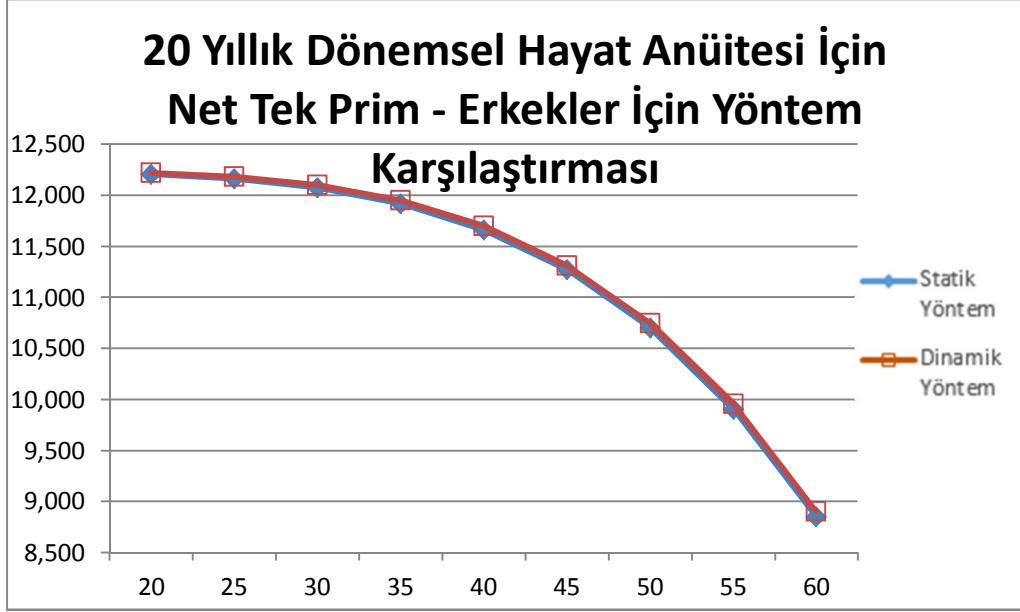
altında, normal dönemsel hayat anüitesi sözleşmesi karşılığında ödemesi gereken net tek prim miktarı hesaplaması yöntemine, yıllar itibarıyla ölüm olasılıkları değişmediği için “*statik yöntem*” denilsin. Statik yöntem sonucu elde edilen net tek primler ile, 1996 – 2015 yıllarında her yıl değişen ölüm olasılıkları kullanılarak hesaplanan (*Dinamik yöntem*) net tek prim karşılaştırıldığında; primlerde uzun ömürlülükten kaynaklanan artış gözlenecektir. Bu durum Çizelge 4.3’te ve bu çizelgeden elde edilen Şekil 4.18 ve Şekil 4.19’da görülmektedir.

Çizelge 4.3: 20 yıllık dönemsel hayat anüitesi için net tek prim ($i = 0.05$)

DÖNEMSEL HAYAT ANÜİTESİ İÇİN NET TEK PRİM						
Yaş	KADIN			ERKEK		
	Statik Yöntem	Dinamik Yöntem	Değişim (%)	Statik Yöntem	Dinamik Yöntem	Değişim (%)
20	12,262	12,273	0,09	12,205	12,221	0,14
25	12,217	12,231	0,12	12,163	12,183	0,17
30	12,148	12,168	0,16	12,076	12,100	0,20
35	12,037	12,065	0,23	11,920	11,950	0,25
40	11,861	11,900	0,32	11,663	11,699	0,31
45	11,586	11,638	0,45	11,270	11,312	0,38
50	11,159	11,227	0,61	10,698	10,747	0,45
55	10,494	10,578	0,80	9,904	9,957	0,53
60	9,500	9,593	0,98	8,852	8,904	0,59

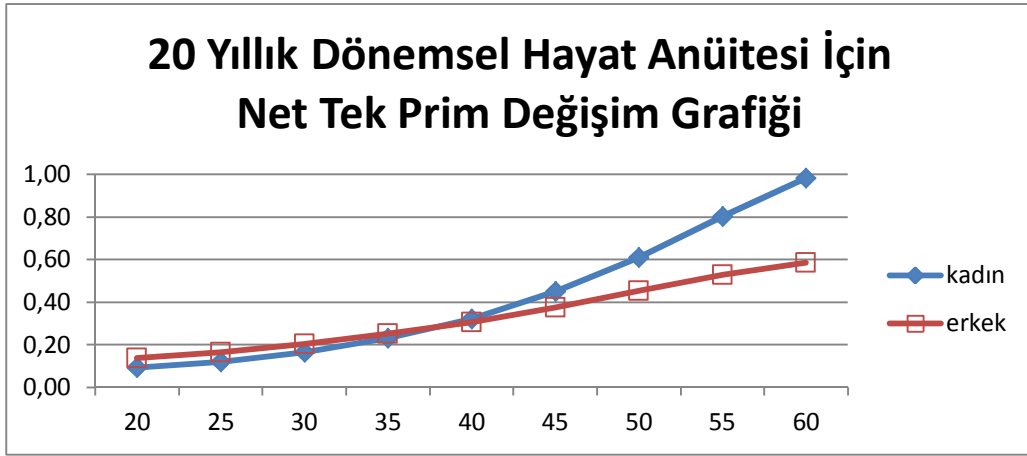


Şekil 4.18: 20 yıllık dönemsel hayat anüitesi için net tek prim – Kadınlar için yöntem karşılaştırması ($i = 0.05$)



Şekil 4.19: 20 yıllık dönemsel hayat anüitesi için net tek prim – Erkekler için yöntem karşılaştırması ($i = 0.05$)

Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'daki yöntemler arası farkın daha iyi anlaşılabilmesi için, Çizelge 4.3'de bulunan "Değişim (%)" sütunları incelenirse Şekil 4.20 elde edilir.



Şekil 4.20: 20 yıllık dönemsel hayat anüitesi için net tek prim hesaplama yöntemleri arasındaki değişimlerin cinsiyet karşılaştırması ($i = 0.05$)

Şekil 4.20'den anlaşıldığı üzere, uzun ömürlülük sorunu ve yıllara göre değişen ölüm hızları dikkate alındığında, 20 yıllık dönemsel hayat anüitesi için ödenmesi gereken net tek primde gerçekleşen değişim yüzdesi, her iki cinsiyet için de yaş ilerledikçe artmaktadır. Kadınlarda bu değişim ileri yaşlarda erkeklere oranla daha belirgin olup 60 yaşta neredeyse %1'i bulmaktadır.

4.4.2. Dönemsel Hayat Sigortası Uygulaması

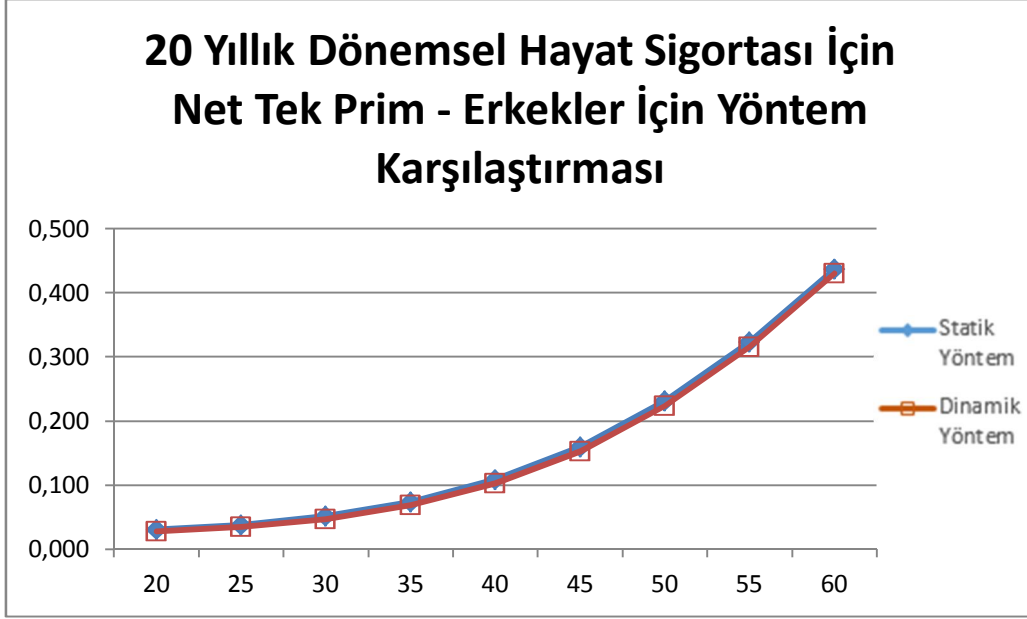
1995 yılı baz alınarak, statik olarak hesaplanan, x yaşındaki bir kişinin; ölümü halinde lehtar(lar)ına yapılacak $\text{₺}1$ 'lik ölüm tazminatı, $i = 0.05$ sabit faiz altında, 20 yıllık dönem sigortası sözleşmesi için ödemesi gereken net tek prim miktarı ile, dinamik olarak hesaplanan net tek prim karşılaştırıldığında; uzun ömürlülüğünden kaynaklanan primlerde düşüş gözlenecektir. Bu durumu Çizelge 4.4 ve bu çizelgeden elde edilen Şekil 4.21 ve Şekil 4.22 destekler niteliktedir.

Çizelge 4.4: 20 yıllık dönem sigortası için net tek prim ($i = 0.05$)

DÖNEMSEL HAYAT SİGORTASI İÇİN NET TEK PRİM						
Yaş	KADIN			ERKEK		
	Statik Yöntem	Dinamik Yöntem	Değişim (%)	Statik Yöntem	Dinamik Yöntem	Değişim (%)
20	0,025	0,022	9,05	0,031	0,028	9,37
25	0,031	0,028	9,11	0,038	0,035	9,26
30	0,041	0,037	9,04	0,051	0,047	8,40
35	0,056	0,051	8,74	0,074	0,068	7,07
40	0,081	0,074	8,22	0,109	0,103	5,67
45	0,119	0,11	7,38	0,16	0,153	4,46
50	0,177	0,166	6,12	0,231	0,223	3,36
55	0,263	0,251	4,64	0,324	0,316	2,40
60	0,381	0,369	3,12	0,437	0,43	1,56

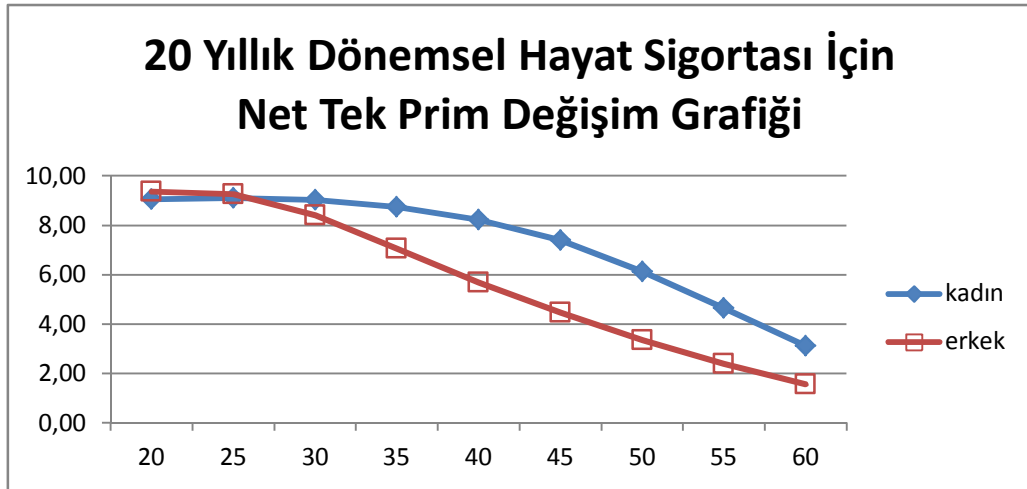


Şekil 4.21: 20 yıllık dönem sigortası için net tek prim – Kadınlar için yöntem karşılaştırması ($i = 0.05$)



Şekil 4.22: 20 yıllık dönem sigortası için net tek prim – Erkekler için yöntem karşılaştırması ($i = 0.05$)

Şekil 4.21 ve Şekil 4.22'deki yöntemler arası farkın daha iyi anlaşılabilmesi için, Çizelge 4.4'te bulunan "Değişim (%)" sütunları incelenirse Şekil 4.23 elde edilir.



Şekil 4.23: 20 yıllık dönem sigortası için net tek prim hesaplama yöntemleri arasındaki değişimlerin cinsiyet karşılaştırması ($i = 0.05$)

Şekil 4.23'ten anlaşıldığı üzere, uzun ömürlülük sorunu ve yıllara göre değişen ölüm hızları dikkate alındığında, 20 yıllık dönem sigortası için ödenmesi gereken net tek primde gerçekleşen değişim yüzdesi, her iki cinsiyet için de yaş ilerledikçe azalmaktadır. Kadınlarda değişim yüzdesi ileri yaşlarda azalmış olmasına rağmen 60 yaşta erkeklere oranla daha fazla olup %3 civarındadır. 20 yaşındaki bir insan için hesaplanan 20 yıllık dönem sigortası net tek primi, her yıl değişen ölüm hızları

dikkate alınmışsa, yalnızca 1995 yılı ölüm hızları ile hesaplanan net tek prime göre neredeyse %9 daha az olacaktır. Bu da yıllar ilerledikçe gerçekleşen ölüm sayılarının azaldığıının bir diğerkanıtı olarak görülebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hayat sigortası şirketlerinin ve sosyal güvenlik kurumlarının, taahhütte buldukları kişilere olan finansal yükümlülüklerini karşılayabilmeleri için gelecekte gerçekleşecek ölüm hızları hakkında başarılı tahminlerde bulunmaları hayati önem taşımaktadır.

Lee-Carter modeli, sunulduğu 1992 yılından bugüne kadar birçok kaynak tarafından en başarılı model olarak gösterilmiş ve birçok ülkenin ölümlülük yapısının modellenmesinde kullanılmıştır. Ancak Lee-Carter modellemesi, her ne kadar başarılı sonuçlar verse de, dayandığı bazı varsayımların gerçekçi olmaması nedeniyle eleştirilebilir. Bu eleştiriler, daha önce de Lee-Carter modellemesine alternatif yaklaşımlarda bulunulmasına sebep olmuştur.

Türkiye’de köy ve bucaklarda gerçekleşen ölüm sayılarının ve riske maruz değerlerin derlenememesi nedeniyle genel nüfus ölümlülük göstergeleri, araştırmacılar tarafından ancak kestirim yöntemleri ile tahmin edilebilmektedir. Bu sebepten dolayı bu çalışmada, Türkiye Mortalite Projesi’nde elde edilmiş ölüm düzeyi göstergesi olan model hayat tablosu seviyeleri kullanılarak, 1937-1995 yılları için, yaşa özel ölüm sayıları ve riske maruz değerler tahmin edilmiştir. Bir sonraki adımda ise, tahmin edilmiş ölüm hızları hem Klasik Lee-Carter modellemesi ile hem de Poisson Log-Bilineer yaklaşımı ile yapılan Lee-Carter modellemesi ile modellenmiş ve her iki yöntemle de elde edilen ölüm hızlarının 2015 yılına kadar öngörüsü yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, iki yöntem arasında fark olup olmadığını belirlemek için gerekli karşılaştırmalarda kullanılmıştır.

Gerek tıbbi gelişmeler gerekse iyileşen yaşam koşulları ile birlikte ölümlülüğün azalan bir yapıda olduğu birçok bilimsel araştırma tarafından doğrulanmıştır. Bu çalışmadan da, her iki yaklaşımla elde edilen sonuçlara göre ölümlülüğün azalmakta olduğu görülebilmektedir.

Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, Poisson Log-Bilineer yaklaşımı ile yapılan Lee ve Carter modellemesinin, tahmin edilen Türkiye verisi üzerinde az da olsa daha farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Ek olarak, birçok uygulamada olduğu gibi Lee ve Carter modellemesinden elde edilen hataların, modelin sabit varyanslılık varsayımına uyum sağlamaması bir eksiklik olarak kabul edilirken; Poisson Log-

Bilineer yaklaşımı ile yapılan Lee ve Carter modellemesinde bu varsayımın olmaması herhangi bir ihlal durumunun gerçekleşmemesini sağlar.

Uygulama yapılırken kayıt altına alınan verinin yerine tahmin edilen veri kullanıldığından iki yöntem arasındaki fark rahatlıkla görülebilir durumda değildir. Eğer uygulamada kullanılan veri, düzenli olarak tutulmuş olan yaş gruplarına özel ölüm sayılarını ve riske maruz değerleri içeriyor olsaydı farkın daha da dikkat çekici hale geleceği düşünülmektedir.

Ayrıca, bu çalışmada, 20 yıllık dönemsel hayat anüitesi ile 20 yıllık dönemsel hayat sigortası net tek primleri hesaplanırken, tek bir yıla dayalı ölüm olasılıklarıyla elde edilen hayat tabloları yerine, yıllar içerisinde değişen ölüm olasılıklarıyla hazırlanmış hayat tabloları kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, 60 yaşındaki bir kadın için her yıl değişen ölüm hızları dikkate alınarak Poisson log-bilineer yaklaşımıyla tahmin edilen gelecek ölüm hızları kullanılarak hesaplanan 20 yıllık dönemsel hayat anüitesi net tek priminin, yalnızca 1995 yılı ölüm hızları ile hesaplanan net tek prime göre neredeyse %1 daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Bir diğer karşılaştırma da, 20 yaşındaki bir erkek için her yıl değişen ölüm hızları dikkate alınarak hesaplanan 20 yıllık dönem sigortası net tek priminin, yalnızca 1995 yılı ölüm hızları ile hesaplanan net tek prime göre neredeyse %9 daha az olduğunu işaret etmektedir. Primlerde gerçekleşen bu değişiklik, hem uzun ömürlülüğün varlığına işaret etmiş hem de sabit ölüm hızlarıyla hesaplanan net tek primlerin güvenilirliğinin ne derece yüksek olduğu sorusunu akla getirmiştir.

Böylelikle, her yıl değişen ölüm hızları dikkate alınmayarak yapılan aktüeryal hesaplamaların, primleri yükselterek sigortalıları gereksiz yere fazla prim ödemek durumunda bırakabileceğine ya da olması gerekenden daha az prim ödemeleri ile kurum ya da şirketlerin mali yükümlülüklerini karşılamalarında yetersiz kalmalarına neden olabileceğine dikkat çekilmeye çalışılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Brouhns, N., Denuit, M., Vermunt, J., A Poisson Log-Linear regression approach to the construction of projected life tables, *Insurance: Mathematics and Finance*, 31, 373-393, **2002**.
- [2] Wilmoth, J.R., In Search of Limits. In: Between Zeus and the Salmon: The Biodemography of Longevity, *National Academy of Science*, 38-64, **1997**.
- [3] Wilmoth, J.R., Deegan, L.J., Lundström, H., Horiuchi, S., Increase of Maximum Lifespan in Sweden, 1861-1999, *Science* 289, 2366-2368, **2000**.
- [4] Benjamin, B., Soliman, A.S., *Mortality on the Move*, Institute of Actuaries, Oxford, **1993**.
- [5] Marocco, P., Pitacco, E., Longevity Risk and Life Annuity Reinsurance, *Transactions of the 26th International Congress of Actuaries*, Birmingham, 6, 453-79, **1998**.
- [6] Olivieri, A., Uncertainty in Mortality Projections: an Actuarial Perspective, *Insurance: Mathematics & Economics*, 29(2), 231-45, **2001**.
- [7] Coppola, M., Di Lorenzo, E., Sibillo, M., Risk Sources in a Life Annuity Portfolio: Decomposition and Measurement Tools, *Journal of Actuarial Practice*, 8, 43-61, **2000**.
- [8] Cramer, H., Wold, H., Mortality Variations in Sweden, *Skand. Akt. Tidskr.*, 18, 161-241, **1935**.
- [9] Lee, R.D., Carter, L.R., Modelling and forecasting U.S. mortality, *Journal of The American Statistical Association*, 419, 659-675, **1992**.
- [10] Brouhns, N., Denuit, M. & Vermunt, J.K., Measuring the longevity risk in mortality projections, *Bulletin of the Swiss Association of Actuaries*, 105-130, **2002**.
- [11] Renshaw, A.E., Haberman, S., Lee-Carter Model Forecasting with Age Specific Enhancement, *Insurance: Mathematics and Economics*, 33, 255-272, **2003**.
- [12] Renshaw, A.E., Haberman, S., Lee-Carter Mortality Forecasting: A Parallel Generalized Linear Modelling Approach for England and Wales Mortality Projections, *Applied Statistics*, 52, 119-137, **2003**.
- [13] Wilmoth, J.R., *Computational Methods for Fitting and Extrapolating the Lee-Carter Model of Mortality Change*, Technical Report, University of California, Berkeley, USA, **1993**.
- [14] Alho, J.M., Discussion of Lee (2000), *North American Actuarial Journal*, 4, 91-93, **2000**.
- [15] Delwarde, A., Denuit, M., Guillén, M., Vidiella-i-Anguera, A., Application of the Poisson Log-Bilinear Projection Model to the G5 Mortality Experience, *Belgian Actuarial Bulletin*, Vol. 6, No. 1, **2006**.
- [16] Brillinger, D.R., An analysis of an ordinal-valued time series, pp. 73-87 in *Athens Conf. On Applied Probability and Series Analysis. Volume II: Time*

- Series Analysis*, Lecture Notes in Statistics, vol. 115, Springer-Verlag, New York, **1996**.
- [17] Sithole, T.Z., Haberman, S. & Verrall, R.J., An investigation into parametric models for mortality projections, with applications to immediate annuitants and life office pensioners' data. *Insurance: Mathematics & Economics* 27, 285-312, **2000**.
- [18] Vermunt, J.K., *LEM: A general program for the analysis of categorical data*, Department of Methodology and Statistics, Tilburg University. <http://www.kub.nl/mto> , **1997**.
- [19] Getterman, S., Vanderhoof, I.T., Forecasting Changes in Mortality: A Search for A Law of Causes and Effects, *North American Actuarial Journal* 2, 135-138, **2000**.
- [20] Debon, A., Montes, F., Puig, F., Modelling and forecasting mortality in Spain, *European Journal of Operational Research*, 189, 624-637, **2008**.
- [21] Hàri, N., Waegenaere, A.D., Melenberg, B., Nijman, T.E., 2007, Estimating the Term Structure of Mortality, *Insurance: Mathematics and Economics*, 42, 492- 504, **2007**.
- [22] Yıldırım, F., *Türkiye Ölümlülük Yapısının Lee-Carter ve Bulanık Lee-Carter ile Modellenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 119s, **2010**.
- [23] Olshansky, S.J., Carnes, B.A., Ever since Gompertz, *Demography*, 34, 1–15, **1997**.
- [24] Debon, A., Montes, F., Puig, F., Modelling and forecasting mortality in Spain, *European Journal of Operational Research*, 189, 624-637, **2008**.
- [25] Haberman, S., Russolillo, M., *Lee-Carter mortality forecasting: application to the Italian population*, City University – Actuarial Research Paper No. 167., 22s, **2005**.
- [26] Lee, R. D., Nault, F., *Modeling and forecasting provincial mortality in Canada*, paper presented at the World Congress of the International Union for Scientific Study of Population, Montreal, **1993**.
- [27] Lee, R.D., Rofman, R., Modeling and Projecting Mortality in Chile, *Notas Poblacion*, 22, 183–213, **1994**.
- [28] Wilmoth, J. R., Is the pace of Japanese mortality decline converging toward international trends?, *Population and Development Review*, 24, 593-600, **1998**.
- [29] Tuljapurkar, S., Li, N. and Boe, C., A universal pattern of mortality decline in the G7 countries, *Nature*, 405, 789-792, **2000**.
- [30] Brouhns, N., Denuit, M., *Risque de Longévité et Rentes Viagères. I. Evoluion de la Mortalité en Belgique 1880 nos jours*, Discussion Paper, Institut de Statistique, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, **2001**.
- [31] Wang, J.Z., *Fitting and Forecasting Mortality for Sweden: Applying the Lee-Carter Model*, Working paper, Stocholm, 51s, **2007**.

- [32] Booth, H., Maindonald, J., Smith, L., Applying Lee-Carter under conditions of variable mortality decline, *Population Studies*, 56, 325-336, **2002**.
- [33] Renshaw, A.E., Haberman, S., The Modelling of Recent Mortality Trends in the United Kingdom Male Assured Lives, *British Actuarial Journal* 2, 449-477, **1996**.
- [34] Bongaarts, J., Long-range trends in adult mortality: Models and projection methods, *Demography*, 42, 23-49, **2005**.
- [35] Lee, R.D., Miller, T., Evaluating the performance of the Lee-Carter method for forecasting mortality, *Demography*, 38, 537-549, **2001**.
- [36] Li, S.-H., Chan, W.-S., The Lee-Carter Model for forecasting mortality, revisited, *North American Actuarial Journal*, 11, 68-89, **2007**.
- [37] Golub, G.H., Kahan, W., Calculating the Singular Values and Pseudo-Inverse of Matrix, *SIAM J. Numer. Anal. Ser. B.*, 2, 205-224, **1965**.
- [38] Box, G.E.P., Jenkins, G.M., *Time Series Analysis, Forecasting and Control*, San Francisco, Holden-Day, **1976**.
- [39] Wickens, T.D., *The General Linear Model*, Mathematics in Brain Imaging Graduate Summer School Program, Institute for Pure and Applied Mathematics, University of California, Los Angeles, July, **2004**.
- [40] Brillinger, D.R., The Natural Variability of Vital Rates and Associated Statistics, *Biometrics*, 42, 693-734, **1986**.
- [41] Vermunt, J.K., 1997, *Log-linear Models for Event Histories*. Thousand Oakes: Sage Publications.
- [42] Goodman, L.A., Simple Models for the Analysis of Association in Cross-Classification Having Ordered Categories, *Journal of the American Statistical Association*, 74, 537-552, **1979**.
- [43] Shao, S.P., Shao, L.P., *Mathematics for Management and Finance*, South Western College Pub., (çev: Büyükyazıcı, M.), **1998**.

EKLER

Ek-1. LEM programında kullanılan algoritma

Ek 2: Regresyon Çözümlemesi İle Elde Edilmiş Model Hayat Tablosu Düzeyleri – Erkek

Ek 3: Regresyon Çözümlemesi İle Elde Edilmiş Model Hayat Tablosu Düzeyleri – Kadın

EK 4.1: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Ölüm Sayıları – Erkek

EK 4.2: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Ölüm Sayıları – Erkek (Devam)

EK 4.3: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Ölüm Sayıları – Erkek (Devam)

EK 5.1: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Ölüm Sayıları – Kadın

EK 5.2: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Ölüm Sayıları – Kadın (Devam)

EK 5.3: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Ölüm Sayıları – Kadın (Devam)

EK 6.1: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Riske Maruz Değerler– Erkek

EK 6.2: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Riske Maruz Değerler– Erkek (Devam)

EK 6.3: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Riske Maruz Değerler– Erkek (Devam)

EK 7.1: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Riske Maruz Değerler– Kadın

EK 7.2: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Riske Maruz Değerler– Kadın (Devam)

EK 7.3: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Riske Maruz Değerler– Kadın (Devam)

Ek 8: TDA İle Yapılan EKK Yönteminden Elde Edilen Lee Carter Modeli Yaş Parametreleri – Erkek

Ek 9: TDA İle Yapılan EKK Yönteminden Elde Edilen Lee Carter Modeli Yıl Parametreleri – Erkek

Ek 10: TDA İle Yapılan EKK Yönteminden Elde Edilen Lee Carter Modeli Yaş Parametreleri – Kadın

Ek 11: TDA İle Yapılan EKK Yönteminden Elde Edilen Lee Carter Modeli Yıl Parametreleri – Kadın

Ek 12: MLE Yöntemi İle Elde Edilen Lee Carter Modeli \hat{a}_x Parametresi Değerleri – Erkek

Ek 13: MLE Yöntemi İle Elde Edilen Lee Carter Modeli \hat{b}_x Parametresi Değerleri – Erkek

Ek 14: MLE Yöntemi İle Elde Edilen Lee Carter Modeli \hat{k}_t Parametresi Değerleri – Erkek

Ek 15: MLE Yöntemi İle Elde Edilen Lee Carter Modeli \hat{a}_x Parametresi Değerleri – Kadın

Ek 16: MLE Yöntemi İle Elde Edilen Lee Carter Modeli \hat{b}_x Parametresi Değerleri – Kadın

Ek 17: MLE Yöntemi İle Elde Edilen Lee Carter Modeli \hat{k}_t Parametresi Değerleri – Kadın

Ek 19: Her İki Yöntemle Elde Edilen \hat{k}_t Parametrelerinin 20 Yıllık Öngörüsü ve %95'lik Güven Aralıkları – Erkek

Ek 19: Her İki Yöntemle Elde Edilen \hat{k}_t Parametrelerinin 20 Yıllık Öngörüsü ve %95'lik Güven Aralıkları – Kadın

EK 1: LEM Programında Kullanılan Algoritma

```
man 2
dim 18 59
lab X T
mod {wei(XT), X, spe(T,1a,X,b)}
dat deaths.dat
sta wei(XT) exposures.dat
cri 0.0000001
```

EK 2: LEM Programı Çıktısı

```

LEM: log-linear and event history analysis with          2      0.8621  2.3682
missing data.                                          3      0.7885  2.2000
Developed by Jeroen Vermunt (c), Tilburg              4      0.7253  2.0654
University, The Netherlands.                          5      0.6666  1.9477
Version 1.0 (September 18, 1997).                    6      0.6142  1.8482
*** INPUT ***                                         7      0.5682  1.7650
man 2                                                 8      0.5256  1.6915
dim 18 59                                             9      0.4868  1.6271
lab X T                                              10     0.4521  1.5716
mod {wei(XT),X,spe(T,1a,X,b)}                       11     0.4193  1.5209
dat deaths.dat                                       12     0.3881  1.4741
sta wei(XT) exposures.dat                            13     0.3577  1.4301
cri 0.000001                                         14     0.3284  1.3887
***LOG-LINEAR PARAMETERS ***                         15     0.3001  1.3500
* TABLE XT [or P(XT)] *                             16     0.2729  1.3137
effect      beta      exp(beta)                    17     0.2464  1.2794
main      -4.3893    0.0124                        18     0.2203  1.2465
X                                                  19     0.1949  1.2152
1          1.9033    6.7083                          20     0.1702  1.1856
2         -0.5082    0.6016                          21     0.1461  1.1573
3         -1.7783    0.1689                          22     0.1225  1.1303
4         -2.0623    0.1272                          23     0.0993  1.1044
5         -1.5917    0.2036                          24     0.0761  1.0791
6         -1.2432    0.2885                          25     0.0534  1.0548
7         -1.1822    0.3066                          26     0.0310  1.0315
8         -1.0529    0.3489                          27     0.0091  1.0091
9         -0.8482    0.4282                          28     -0.0125  0.9876
10        -0.5701    0.5655                          29     -0.0337  0.9668
11        -0.2520    0.7772                          30     -0.0548  0.9467
12         0.1115    1.1180                          31     -0.0759  0.9269
13         0.4841    1.6227                          32     -0.0968  0.9078
14         0.8856    2.4243                          33     -0.1174  0.8893
15         1.2842    3.6118                          34     -0.1377  0.8714
16         1.7046    5.4990                          35     -0.1578  0.8540
17         2.1425    8.5209                          36     -0.1777  0.8372
18         2.5733   13.1088                          37     -0.1974  0.8209
X [spe(T,1a)]                                       38     -0.2169  0.8050
1          1.0000                                       39     -0.2364  0.7895
2          1.4883                                       40     -0.2559  0.7742
3          1.1241                                       41     -0.2753  0.7594
4          1.0626                                       42     -0.2945  0.7449
5          0.9144                                       43     -0.3135  0.7309
6          0.9237                                       44     -0.3325  0.7172
7          0.9756                                       45     -0.3512  0.7038
8          0.9902                                       46     -0.3699  0.6908
9          0.9448                                       47     -0.3884  0.6781
10         0.8508                                       48     -0.4068  0.6658
11         0.6926                                       49     -0.4251  0.6537
12         0.5801                                       50     -0.4433  0.6419
13         0.4495                                       51     -0.4613  0.6305
14         0.3855                                       52     -0.4792  0.6193
15         0.3138                                       53     -0.4971  0.6083
16         0.2552                                       54     -0.5149  0.5976
17         0.2136                                       55     -0.5237  0.5923
18         0.1857                                       56     -0.5325  0.5871
spe(T,1a) [X]                                       57     -0.5414  0.5820
1          0.9053    2.4727                          58     -0.5502  0.5769

```


Ek 3: Regresyon Çözümlemesi İle Elde Edilmiş Model Hayat Tablosu Düzeyleri –
Erkek (Yıldırım, 2010)

Yıl	Düzy	Yıl	Düzy	Yıl	Düzy
1937	10,42637	1957	16,73286	1977	19,25987
1938	10,84816	1958	16,89543	1978	19,3587
1939	11,54866	1959	17,05256	1979	19,45575
1940	12,12302	1960	17,20465	1980	19,55108
1941	12,61345	1961	17,35205	1981	19,64478
1942	13,04354	1962	17,49508	1982	19,73689
1943	13,42795	1963	17,63402	1983	19,82748
1944	13,77641	1964	17,76913	1984	19,9166
1945	14,09577	1965	17,90065	1985	20,00431
1946	14,39104	1966	18,02878	1986	20,09067
1947	14,666	1967	18,15371	1987	20,1757
1948	14,92358	1968	18,27562	1988	20,25947
1949	15,16609	1969	18,39468	1989	20,34201
1950	15,3954	1970	18,51103	1990	20,42336
1951	15,61304	1971	18,6248	1991	20,4636
1952	15,82029	1972	18,73613	1992	20,50356
1953	16,0182	1973	18,84513	1993	20,54324
1954	16,20769	1974	18,95191	1994	20,58265
1955	16,38954	1975	19,05656	1995	20,62178
1956	16,5644	1976	19,15919		

Ek 4: Regresyon Çözümlemesi İle Elde Edilmiş Model Hayat Tablosu Düzeyleri – Kadın (Yıldırım, 2010)

Yıl	Düzy	Yıl	Düzy	Yıl	Düzy
1937	10,42637	1957	16,73286	1977	19,25987
1938	10,84816	1958	16,89543	1978	19,3587
1939	11,54866	1959	17,05256	1979	19,45575
1940	12,12302	1960	17,20465	1980	19,55108
1941	12,61345	1961	17,35205	1981	19,64478
1942	13,04354	1962	17,49508	1982	19,73689
1943	13,42795	1963	17,63402	1983	19,82748
1944	13,77641	1964	17,76913	1984	19,9166
1945	14,09577	1965	17,90065	1985	20,00431
1946	14,39104	1966	18,02878	1986	20,09067
1947	14,666	1967	18,15371	1987	20,1757
1948	14,92358	1968	18,27562	1988	20,25947
1949	15,16609	1969	18,39468	1989	20,34201
1950	15,3954	1970	18,51103	1990	20,42336
1951	15,61304	1971	18,6248	1991	20,4636
1952	15,82029	1972	18,73613	1992	20,50356
1953	16,0182	1973	18,84513	1993	20,54324
1954	16,20769	1974	18,95191	1994	20,58265
1955	16,38954	1975	19,05656	1995	20,62178
1956	16,5644	1976	19,15919		

EK 5.1: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Ölüm Sayıları – Erkek

D_xt	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955
d(0,yıl)	18215,09	17487,08	16332,88	15404,38	14628,52	13951,52	13373,36	12849,28	12386,87	11998,00	11635,88	11296,65	10983,40	10689,89	10411,31	10146,03	9893,47	9658,88	9433,75
d(1,yıl)	8289,84	7964,22	7428,92	6968,62	6504,68	6102,12	5776,53	5481,38	5222,76	5009,28	4810,48	4624,25	4454,73	4296,96	4147,23	4004,64	3869,04	3744,55	3625,07
d(5,yıl)	2054,03	1993,71	1891,35	1803,96	1720,10	1647,03	1585,53	1529,77	1479,92	1436,52	1396,10	1358,23	1322,09	1287,69	1255,04	1223,96	1194,27	1165,85	1138,57
d(10,yıl)	1447,92	1408,27	1340,78	1281,75	1220,93	1168,52	1128,92	1093,03	1060,81	1032,46	1006,06	981,34	957,39	934,46	912,70	891,97	872,14	852,82	834,27
d(15,yıl)	1990,10	1943,70	1863,90	1797,85	1741,45	1691,56	1643,51	1599,95	1560,60	1525,47	1492,75	1462,09	1432,07	1403,18	1375,76	1349,64	1324,62	1299,79	1275,97
d(20,yıl)	2739,60	2678,86	2572,51	2484,67	2411,60	2346,82	2283,39	2225,89	2173,29	2124,87	2079,78	2037,53	1996,10	1956,20	1918,33	1882,27	1847,71	1813,41	1780,49
d(25,yıl)	2904,47	2841,62	2730,67	2638,44	2560,46	2491,34	2423,68	2362,35	2305,67	2252,22	2202,45	2155,83	2110,28	2066,48	2024,91	1985,32	1947,40	1909,88	1873,87
d(30,yıl)	3189,19	3125,08	3009,83	2913,46	2831,55	2758,60	2684,41	2617,15	2555,32	2497,75	2444,13	2393,90	2344,62	2297,15	2252,10	2209,20	2168,03	2126,72	2087,08
d(35,yıl)	3568,60	3507,86	3396,02	3301,58	3220,17	3147,86	3075,97	3010,81	2949,85	2890,79	2835,80	2784,28	2732,79	2682,80	2635,36	2590,18	2546,76	2502,61	2460,24
d(40,yıl)	4102,98	4051,52	3952,35	3866,81	3790,30	3722,25	3653,82	3591,80	3534,09	3478,88	3427,46	3379,29	3329,79	3281,18	3235,04	3191,10	3148,69	3103,78	3060,68
d(45,yıl)	4572,27	4547,81	4490,72	4438,21	4387,20	4342,30	4300,78	4263,15	4226,55	4188,16	4152,42	4118,93	4081,93	4044,55	4009,07	3975,29	3942,45	3905,50	3870,04
d(50,yıl)	5405,67	5413,27	5407,22	5393,73	5368,71	5347,65	5335,73	5324,93	5311,68	5292,19	5274,04	5257,04	5234,39	5210,09	5187,02	5165,05	5143,34	5115,68	5089,13
d(55,yıl)	6097,96	6161,22	6248,19	6312,07	6356,21	6395,70	6437,22	6474,85	6504,65	6522,07	6538,29	6553,49	6560,99	6565,12	6569,03	6572,77	6575,55	6570,81	6566,26
d(60,yıl)	7137,19	7264,99	7458,59	7611,25	7735,82	7845,19	7943,98	8033,54	8109,96	8168,43	8222,87	8273,87	8314,74	8350,29	8384,02	8416,14	8446,00	8466,85	8486,85
d(65,yıl)	7659,33	7869,38	8205,06	8477,93	8712,84	8918,33	9097,85	9260,58	9403,50	9522,20	9632,73	9736,28	9828,95	9914,48	9995,66	10072,97	10146,15	10210,20	10271,66
d(70,yıl)	7608,34	7898,53	8378,83	8777,07	9132,14	9442,00	9706,86	9946,95	10161,24	10346,96	10519,91	10681,93	10833,97	10977,52	11113,76	11243,50	11367,21	11483,94	11595,96
d(75,yıl)	6519,57	6848,56	7408,67	7878,78	8304,47	8676,09	8994,77	9283,64	9544,56	9777,53	9994,47	10197,70	10394,69	10583,41	10762,53	10933,10	11096,49	11257,74	11412,50
d(80,yıl)	4190,67	4473,27	4969,49	5392,17	5783,53	6125,18	6418,10	6683,62	6926,21	7148,84	7356,16	7550,38	7744,03	7931,83	8110,08	8279,82	8443,05	8610,18	8770,57

**EK 5.2: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Ölüm Sayıları – Erkek
(Devam)**

D_xt	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
d(0,yıl)	9217,27	9008,72	8807,46	8615,19	8433,44	8257,30	8086,38	7920,35	7758,89	7601,72	7449,93	7306,39	7166,31	7029,51	6895,83	6765,10	6637,19	6511,95	6389,26
d(1,yıl)	3510,19	3399,51	3292,70	3191,04	3095,68	3003,26	2913,58	2826,47	2741,76	2659,29	2579,65	2504,31	2430,80	2359,01	2288,85	2220,25	2153,11	2087,39	2023,00
d(5,yıl)	1112,34	1087,07	1062,69	1039,06	1016,10	993,84	972,24	951,26	930,86	911,00	891,68	872,94	854,66	836,80	819,35	802,28	785,58	769,23	753,21
d(10,yıl)	816,43	799,25	782,67	766,59	750,92	735,74	721,01	706,70	692,78	679,23	666,01	653,01	640,34	627,95	615,85	604,02	592,44	581,11	570,00
d(15,yıl)	1253,06	1231,00	1209,70	1188,96	1168,58	1148,83	1129,66	1111,04	1092,94	1075,31	1058,06	1040,94	1024,24	1007,93	991,99	976,40	961,15	946,22	931,59
d(20,yıl)	1748,84	1718,35	1688,93	1660,17	1631,73	1604,17	1577,42	1551,44	1526,17	1501,58	1477,50	1453,64	1430,36	1407,62	1385,39	1363,66	1342,40	1321,58	1301,19
d(25,yıl)	1839,25	1805,89	1773,70	1742,17	1710,84	1680,48	1651,01	1622,39	1594,56	1567,47	1540,98	1514,87	1489,40	1464,51	1440,19	1416,42	1393,15	1370,37	1348,05
d(30,yıl)	2048,96	2012,24	1976,80	1942,02	1907,34	1873,73	1841,12	1809,44	1778,64	1748,65	1719,29	1690,19	1661,78	1634,04	1606,93	1580,42	1554,48	1529,08	1504,20
d(35,yıl)	2419,49	2380,24	2342,36	2305,07	2267,66	2231,40	2196,21	2162,03	2128,79	2096,44	2064,57	2032,34	2000,89	1970,17	1940,15	1910,80	1882,08	1853,96	1826,41
d(40,yıl)	3019,24	2979,31	2940,78	2902,49	2863,40	2825,52	2788,76	2753,06	2718,33	2684,53	2651,06	2616,58	2582,93	2550,07	2517,96	2486,56	2455,83	2425,74	2396,27
d(45,yıl)	3835,94	3803,09	3771,39	3739,17	3704,95	3671,79	3639,61	3608,35	3577,95	3548,35	3518,75	3487,27	3456,54	3426,54	3397,22	3368,55	3340,50	3313,03	3286,12
d(50,yıl)	5063,60	5039,00	5015,27	4990,17	4961,73	4934,17	4907,42	4881,44	4856,17	4831,58	4806,55	4778,57	4751,26	4724,59	4698,53	4673,04	4648,11	4623,69	4599,77
d(55,yıl)	6561,89	6557,68	6553,61	6547,32	6536,67	6526,36	6516,34	6506,62	6497,16	6487,95	6477,72	6463,48	6449,58	6436,01	6422,74	6409,77	6397,08	6384,66	6372,48
d(60,yıl)	8506,08	8524,61	8542,50	8557,21	8566,48	8575,48	8584,20	8592,68	8600,92	8608,94	8615,29	8616,54	8617,76	8618,95	8620,11	8621,25	8622,36	8623,45	8624,52
d(65,yıl)	10330,77	10387,71	10442,66	10493,61	10538,78	10582,56	10625,04	10666,30	10706,43	10745,49	10782,22	10813,58	10844,18	10874,06	10903,27	10931,82	10959,77	10987,13	11013,93
d(70,yıl)	11703,67	11807,44	11907,58	12003,48	12094,59	12182,88	12268,55	12351,78	12432,71	12511,49	12587,52	12659,23	12729,21	12797,55	12864,33	12929,64	12993,54	13056,10	13117,40
d(75,yıl)	11561,30	11704,66	11843,01	11977,83	12110,45	12238,99	12363,71	12484,87	12602,68	12717,37	12829,50	12940,19	13048,20	13153,69	13256,77	13357,57	13456,21	13552,79	13647,39
d(80,yıl)	8924,80	9073,38	9216,77	9358,56	9501,98	9640,98	9775,86	9906,88	10034,29	10158,31	10280,78	10405,71	10527,62	10646,68	10763,03	10876,80	10988,13	11097,13	11203,91

**EK 5.3: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Ölüm Sayıları – Erkek
(Devam)**

D_xt	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
d(0,yıl)	6271,73	6158,73	6047,88	5939,07	5832,22	5727,26	5624,10	5522,68	5422,94	5324,82	5228,26	5133,35	5039,91	4947,84	4857,13	4767,73	4723,50	4679,59	4635,98	4592,67	4549,66
d(1,yıl)	1961,14	1901,51	1843,02	1785,60	1729,21	1673,82	1619,38	1565,87	1513,23	1461,46	1410,92	1369,21	1328,14	1287,68	1247,81	1208,52	1189,08	1169,78	1150,62	1131,58	1112,68
d(5,yıl)	737,57	722,28	707,28	692,55	678,09	663,89	649,93	636,20	622,71	609,43	596,39	584,22	572,23	560,41	548,78	537,31	531,63	526,00	520,40	514,85	509,33
d(10,yıl)	559,12	548,44	537,97	527,70	517,60	507,69	497,94	488,36	478,94	469,67	460,58	452,21	443,96	435,83	427,83	419,93	416,03	412,15	408,31	404,48	400,69
d(15,yıl)	917,19	903,03	889,14	875,50	862,11	848,95	836,02	823,31	810,81	798,51	786,40	774,31	762,40	750,67	739,12	727,73	722,10	716,50	710,95	705,43	699,95
d(20,yıl)	1281,08	1261,28	1241,85	1222,77	1204,04	1185,64	1167,56	1149,78	1132,30	1115,10	1098,14	1080,96	1064,04	1047,37	1030,94	1014,75	1006,74	998,79	990,90	983,05	975,27
d(25,yıl)	1325,95	1304,09	1282,65	1261,60	1240,93	1220,62	1200,66	1181,04	1161,75	1142,76	1124,08	1105,69	1087,58	1069,73	1052,15	1034,82	1026,25	1017,74	1009,29	1000,90	992,56
d(30,yıl)	1479,48	1454,95	1430,89	1407,27	1384,08	1361,29	1338,90	1316,88	1295,23	1273,93	1253,00	1232,96	1213,24	1193,80	1174,65	1155,78	1146,44	1137,17	1127,97	1118,83	1109,75
d(35,yıl)	1798,96	1771,66	1744,87	1718,59	1692,77	1667,41	1642,49	1617,99	1593,89	1570,18	1546,87	1524,15	1501,79	1479,76	1458,05	1436,66	1426,07	1415,56	1405,13	1394,76	1384,47
d(40,yıl)	2366,54	2336,68	2307,38	2278,62	2250,38	2222,64	2195,37	2168,57	2142,20	2116,27	2090,78	2066,25	2042,10	2018,31	1994,87	1971,77	1960,34	1948,99	1937,72	1926,53	1915,41
d(45,yıl)	3258,39	3230,06	3202,28	3175,00	3148,21	3121,90	3096,04	3070,62	3045,62	3021,02	2996,77	2972,07	2947,75	2923,79	2900,19	2876,92	2865,41	2853,98	2842,63	2831,36	2820,17
d(50,yıl)	4574,41	4547,93	4521,95	4496,46	4471,42	4446,82	4422,65	4398,88	4375,51	4352,52	4329,81	4305,98	4282,51	4259,39	4236,61	4214,15	4203,05	4192,02	4181,07	4170,19	4159,39
d(55,yıl)	6358,06	6341,85	6325,94	6310,33	6294,99	6279,93	6265,12	6250,57	6236,26	6222,18	6208,09	6189,96	6172,10	6154,51	6137,18	6120,09	6111,64	6103,25	6094,92	6086,64	6078,43
d(60,yıl)	8622,62	8618,31	8614,09	8609,93	8605,86	8601,85	8597,92	8594,05	8590,25	8586,50	8582,50	8572,57	8562,79	8553,16	8543,67	8534,31	8529,69	8525,09	8520,53	8516,00	8511,50
d(65,yıl)	11037,37	11058,00	11078,23	11098,10	11117,61	11136,77	11155,60	11174,11	11192,32	11210,24	11227,49	11237,25	11246,85	11256,32	11265,65	11274,84	11279,39	11283,90	11288,39	11292,84	11297,26
d(70,yıl)	13175,71	13231,44	13286,11	13339,77	13392,47	13444,24	13495,12	13545,13	13594,32	13642,71	13690,02	13730,43	13770,23	13809,43	13848,06	13886,13	13904,96	13923,67	13942,24	13960,68	13978,99
d(75,yıl)	13740,45	13832,00	13921,80	14009,96	14096,53	14181,56	14265,14	14347,31	14428,11	14507,61	14585,73	14660,52	14734,16	14806,70	14878,18	14948,63	14983,48	15018,08	15052,45	15086,57	15120,46
d(80,yıl)	11311,44	11419,31	11525,12	11628,99	11730,99	11831,19	11929,66	12026,47	12121,68	12215,35	12307,70	12401,92	12494,69	12586,08	12676,13	12764,89	12808,79	12852,38	12895,67	12938,67	12981,36

EK 6.1: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Ölüm Sayıları – Kadın

D_x,t	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955
d(0,yıl)	15541,1	14896,2	13874,5	13059,4	12399,3	11823,5	11333,4	10889,1	10488,1	10130,8	9798,14	9486,47	9200,84	8934,15	8681,03	8440	8210,71	7999,43	7796,66
d(1,yıl)	8509,7	8156,24	7578,55	7105,28	6695,77	6329,9	5949,33	5604,35	5305,14	5065,08	4841,54	4632,13	4444,6	4271,47	4107,15	3950,68	3802,21	3668,99	3541,15
d(5,yıl)	2210,96	2136,72	2012,34	1910,1	1822,81	1745,38	1669,27	1600,27	1537,52	1480,53	1427,46	1377,75	1331,94	1289,06	1248,36	1209,61	1172,69	1138,2	1105,1
d(10,yıl)	1675,42	1621,44	1529,58	1453,64	1388,41	1330,12	1269,38	1214,33	1165,59	1124,25	1085,76	1049,7	1016,08	984,435	954,4	925,8	898,525	872,754	848,023
d(15,yıl)	2183,04	2119,78	2012,51	1923,69	1846,69	1779,9	1726,09	1677,3	1628,67	1575,22	1525,45	1478,83	1435,1	1393,83	1354,65	1317,35	1281,76	1248,03	1215,66
d(20,yıl)	2675,22	2605,21	2484,53	2384,1	2296,81	2222,12	2170,23	2123,18	2072,31	2008,54	1949,14	1893,51	1841,12	1791,59	1744,58	1699,82	1657,07	1616,14	1576,86
d(25,yıl)	2897,5	2828,75	2707,98	2606,73	2517,97	2442,12	2390,23	2343,18	2291,93	2226,97	2166,48	2109,81	2055,8	2004,43	1955,68	1909,26	1864,85	1821,65	1780,18
d(30,yıl)	3136,35	3068,45	2948,53	2847,24	2756,51	2678,34	2619,52	2566,21	2511,12	2446,75	2386,81	2330,66	2276,13	2223,85	2174,23	2126,97	2081,7	2036,99	1994,07
d(35,yıl)	3309,46	3249,56	3140,21	3046,96	2963,1	2890,34	2831,52	2778,21	2725,04	2666,57	2612,13	2561,13	2510,46	2461,38	2414,81	2370,46	2327,81	2284,23	2242,41
d(40,yıl)	3437,53	3391,55	3304,77	3229,53	3159,89	3099,25	3048,51	3002,51	2957,87	2911,22	2867,77	2827,07	2784,77	2743,04	2703,43	2665,71	2629,29	2590,63	2553,53
d(45,yıl)	3632,27	3607,81	3555,66	3508,31	3461,72	3421,39	3389,48	3360,56	3332,14	3301,72	3273,4	3246,87	3217,08	3186,81	3158,08	3130,72	3104,11	3073,98	3045,06
d(50,yıl)	4451,62	4442,34	4412,12	4381,27	4346,45	4316,3	4292,47	4270,86	4249,63	4226,89	4205,72	4185,88	4160,9	4134,53	4109,5	4085,67	4062,27	4033,85	4006,57
d(55,yıl)	5289,32	5310,41	5327,88	5335,02	5331,09	5328,09	5328,86	5329,55	5328,47	5323,74	5319,34	5315,22	5304,03	5290,28	5277,22	5264,78	5252,09	5232,19	5213,1
d(60,yıl)	6808,96	6872,22	6955,9	7015,23	7052,01	7084,35	7113,95	7140,78	7164,03	7182,64	7199,96	7216,19	7222	7223,37	7224,68	7225,92	7226,05	7216,2	7206,74
d(65,yıl)	7789,21	7939,79	8169,57	8349,18	8489,45	8612,8	8725,82	8828,26	8919,86	8999,58	9073,82	9143,37	9199,88	9249,41	9296,42	9341,18	9382,88	9412,82	9441,55
d(70,yıl)	8648,22	8907,62	9325,26	9661,38	9937,99	10180,4	10395,7	10590,8	10768,6	10930,7	11081,6	11223	11349,9	11467	11578,3	11684,2	11784,5	11872,8	11957,5
d(75,yıl)	8078,87	8431,91	9023,17	9509,2	9924,59	10287,5	10601,2	10885,6	11149,1	11399,2	11632,1	11850,3	12056,5	12251,9	12437,3	12613,9	12782,5	12943,5	13098,1
d(80,yıl)	5886,43	6242	6856,11	7369,3	7820,99	8215,58	8556,16	8864,9	9152,54	9428,62	9685,71	9926,55	10162,3	10389,1	10604,3	10809,3	11005,9	11202,4	11391

**EK 6.2: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Ölüm Sayıları – Kadın
(Devam)**

D_x,t	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
d(0,yıl)	7601,69	7413,86	7232,6	7060,02	6898,05	6741,07	6588,74	6440,77	6296,88	6156,81	6021,76	5894,83	5770,97	5650,01	5531,79	5416,2	5303,09	5192,35	5083,86
d(1,yıl)	3418,23	3299,8	3185,51	3077,36	2977,14	2880	2785,74	2694,18	2605,14	2518,47	2435,1	2357,39	2281,56	2207,51	2135,14	2064,37	1995,13	1927,33	1860,91
d(5,yıl)	1073,28	1042,62	1013,03	984,697	957,777	931,687	906,371	881,778	857,864	834,585	812,079	790,716	769,869	749,51	729,614	710,159	691,122	672,483	654,223
d(10,yıl)	824,242	801,331	779,222	758,01	737,782	718,177	699,154	680,675	662,706	645,214	628,23	611,864	595,894	580,297	565,055	550,151	535,567	521,288	507,3
d(15,yıl)	1184,54	1154,55	1125,61	1097,85	1071,39	1045,74	1020,86	996,681	973,171	950,287	928,079	906,716	885,869	865,51	845,614	826,159	807,122	788,483	770,223
d(20,yıl)	1539,09	1502,7	1467,59	1433,8	1401,41	1370,01	1339,55	1309,95	1281,18	1253,16	1225,96	1199,72	1174,12	1149,12	1124,68	1100,79	1077,41	1054,52	1032,1
d(25,yıl)	1740,32	1701,91	1664,84	1629,02	1594,34	1560,73	1528,12	1496,44	1465,64	1435,65	1406,47	1378,11	1350,43	1323,41	1297	1271,17	1245,9	1221,16	1196,92
d(30,yıl)	1952,8	1913,05	1874,68	1837,33	1800,68	1765,16	1730,69	1697,2	1664,64	1632,94	1601,95	1571,34	1541,47	1512,3	1483,8	1455,92	1428,65	1401,94	1375,78
d(35,yıl)	2202,19	2163,44	2126,05	2089,39	2052,88	2017,51	1983,18	1949,84	1917,41	1885,84	1854,83	1823,73	1793,37	1763,72	1734,75	1706,42	1678,7	1651,56	1624,97
d(40,yıl)	2517,86	2483,5	2450,33	2417,38	2383,77	2351,2	2319,59	2288,88	2259,02	2229,96	2201,21	2171,72	2142,95	2114,86	2087,4	2060,55	2034,27	2008,55	1983,35
d(45,yıl)	3017,26	2990,48	2964,63	2938,33	2910,34	2883,22	2856,91	2831,34	2806,48	2782,28	2758,1	2732,49	2707,5	2683,09	2659,24	2635,92	2613,09	2590,75	2568,86
d(50,yıl)	3980,34	3955,07	3930,69	3905,38	3877,55	3850,57	3824,4	3798,97	3774,25	3750,18	3725,84	3699,11	3673,02	3647,54	3622,64	3598,29	3574,47	3551,14	3528,29
d(55,yıl)	5194,74	5177,05	5159,98	5141,33	5119,12	5097,6	5076,72	5056,43	5036,71	5017,51	4997,62	4974,26	4951,46	4929,19	4907,44	4886,16	4865,34	4844,96	4824,99
d(60,yıl)	7197,65	7188,89	7180,44	7169,27	7152,69	7136,63	7121,04	7105,89	7091,16	7076,83	7061,25	7040,64	7020,52	7000,88	6981,68	6962,91	6944,54	6926,55	6908,93
d(65,yıl)	9469,18	9495,79	9521,48	9543,1	9557,85	9572,15	9586,02	9599,5	9612,61	9625,36	9635,95	9640,07	9644,1	9648,02	9651,86	9655,62	9659,29	9662,89	9666,41
d(70,yıl)	12039	12117,5	12193,3	12263,7	12326,5	12387,4	12446,5	12503,9	12559,7	12614	12665,2	12709,6	12752,8	12795,1	12836,4	12876,8	12916,3	12955	12992,9
d(75,yıl)	13246,7	13389,9	13528,1	13661,1	13788,7	13912,4	14032,4	14148,9	14262,3	14372,6	14479,6	14581,9	14681,7	14779,2	14874,5	14967,7	15058,9	15148,2	15235,6
d(80,yıl)	11572,3	11747	11915,6	12080,7	12244,6	12403,5	12557,7	12707,5	12853,1	12994,9	13134	13273,1	13408,8	13541,3	13670,8	13797,4	13921,3	14042,6	14161,5

**EK 6.3: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Ölüm Sayıları – Kadın
(Devam)**

D_x,t	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
d(0,yıl)	4980,36	4881,22	4783,97	4688,5	4594,75	4502,66	4412,14	4323,16	4235,65	4149,56	4064,89	3982,59	3901,56	3821,73	3743,06	3665,54	3627,19	3589,11	3551,29	3513,7346	3476,4437
d(1,yıl)	1797,52	1736,76	1677,16	1618,65	1561,2	1504,76	1449,29	1394,76	1341,13	1288,37	1236,92	1195,3	1154,31	1113,94	1074,15	1034,94	1015,54	996,284	977,158	958,1627	939,30204
d(5,yıl)	636,611	619,574	602,862	586,456	570,346	554,521	538,967	523,676	508,638	493,844	479,349	466,309	453,469	440,82	428,356	416,073	409,996	403,962	397,971	392,01985	386,11122
d(10,yıl)	493,817	480,783	467,997	455,445	443,12	431,013	419,113	407,415	395,91	384,592	373,522	363,936	354,497	345,199	336,037	327,007	322,54	318,105	313,7	309,32585	304,98242
d(15,yıl)	752,498	735,256	718,342	701,738	685,434	669,419	653,677	638,202	622,983	608,011	593,263	578,495	563,955	549,631	535,516	521,605	514,724	507,891	501,106	494,36685	487,67562
d(20,yıl)	1010,29	989,048	968,207	947,749	927,66	907,926	888,531	869,464	850,712	832,264	814,082	795,687	777,576	759,733	742,152	724,824	716,253	707,742	699,29	690,89555	682,56086
d(25,yıl)	1173,22	1150,02	1127,27	1104,93	1083	1061,46	1040,28	1019,46	998,99	978,848	958,996	938,874	919,062	899,543	880,312	861,357	851,981	842,671	833,425	824,24255	815,12526
d(30,yıl)	1350,14	1325	1300,33	1276,12	1252,34	1228,99	1206,03	1183,46	1161,27	1139,43	1117,89	1095,61	1073,67	1052,06	1030,76	1009,77	999,391	989,082	978,844	968,6763	958,58076
d(35,yıl)	1598,63	1572,57	1546,99	1521,89	1497,24	1473,03	1449,23	1425,83	1402,82	1380,18	1357,82	1334,25	1311,03	1288,16	1265,63	1243,42	1232,44	1221,53	1210,7	1199,9366	1189,2541
d(40,yıl)	1957,97	1932,52	1907,55	1883,04	1858,97	1835,33	1812,09	1789,25	1766,78	1744,68	1722,86	1699,97	1677,44	1655,24	1633,37	1611,81	1601,15	1590,56	1580,04	1569,5978	1559,2283
d(45,yıl)	2546,39	2523,5	2501,05	2479,01	2457,37	2436,11	2415,21	2394,67	2374,47	2354,6	2334,91	2313,15	2291,72	2270,61	2249,81	2229,31	2219,17	2209,1	2199,1	2189,1722	2179,3114
d(50,yıl)	3504,43	3479,79	3455,63	3431,91	3408,62	3385,74	3363,25	3341,15	3319,4	3298,02	3276,83	3253,34	3230,21	3207,42	3184,97	3162,85	3151,9	3141,03	3130,24	3119,5192	3108,8758
d(55,yıl)	4803,33	4780,34	4757,79	4735,65	4713,91	4692,56	4671,57	4650,94	4630,64	4610,68	4590,81	4566,98	4543,51	4520,39	4497,61	4475,15	4464,05	4453,02	4442,07	4431,1886	4420,3887
d(60,yıl)	6888,67	6866,3	6844,35	6822,8	6801,65	6780,86	6760,44	6740,36	6720,61	6701,18	6681,8	6657,7	6633,98	6610,61	6587,58	6564,88	6553,66	6542,51	6531,44	6520,4407	6509,5234
d(65,yıl)	9666,42	9663,54	9660,72	9657,96	9655,24	9652,57	9649,95	9647,37	9644,83	9642,34	9639,51	9629,66	9619,97	9610,42	9601,01	9591,74	9587,15	9582,59	9578,07	9573,5779	9569,1171
d(70,yıl)	13026,6	13056,6	13086,1	13115,1	13143,5	13171,5	13198,9	13225,9	13252,5	13278,6	13303,9	13322,1	13340,1	13357,7	13375,2	13392,3	13400,8	13409,3	13417,6	13425,939	13434,196
d(75,yıl)	15319,7	15400,9	15480,6	15558,7	15635,5	15710,9	15785	15857,9	15929,5	16000	16069,3	16134,5	16198,8	16262,2	16324,6	16386,1	16416,5	16446,7	16476,7	16506,483	16536,066
d(80,yıl)	14279,3	14395,8	14510,2	14622,5	14732,7	14841	14947,5	15052,1	15155	15256,3	15356	15457	15556,4	15654,3	15750,8	15845,9	15892,9	15939,7	15986	16032,118	16077,861

EK 7.1: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Riske Maruz Değerler– Erkek

E_xt	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955
e(0,yıl)	87796,31	88284,32	89057,49	89679,40	90199,26	90652,84	91039,95	91390,84	91700,56	91961,29	92204,08	92431,52	92637,35	92828,37	93009,66	93182,30	93341,54	93440,83	93536,12
e(1,yıl)	305188,01	308963,03	314997,68	319930,76	324263,22	328037,42	331210,73	334087,26	336621,01	338742,23	340717,54	342568,00	344271,66	345865,82	347378,85	348819,66	350192,96	351483,58	352722,16
e(5,yıl)	361827,35	367261,69	375991,21	383176,04	389606,56	395205,71	399891,28	404138,66	407879,93	411012,15	413928,93	416661,34	419174,59	421525,25	423756,27	425880,79	427902,98	429776,85	431575,16
e(10,yıl)	353731,15	359395,79	368518,20	376041,94	382806,93	388696,14	393615,05	398073,94	402004,75	405302,92	408374,22	411251,39	413903,26	416386,00	418742,38	420986,28	423122,59	425106,93	427011,26
e(15,yıl)	345190,17	351069,50	360559,44	368395,63	375454,39	381599,69	386735,41	391390,84	395499,28	398956,30	402175,53	405191,27	407977,43	410588,82	413067,30	415427,46	417675,11	419768,97	421778,42
e(20,yıl)	333440,64	339586,54	349538,95	357757,57	365139,04	371569,96	376981,68	381887,30	386223,98	389889,76	393303,39	396501,25	399464,84	402246,60	404886,79	407400,94	409796,22	412036,93	414187,31
e(25,yıl)	319347,17	325802,24	336296,64	344964,18	352722,78	359488,10	365227,72	370430,58	375040,44	378960,45	382610,82	386030,45	389210,98	392201,41	395039,65	397742,40	400318,47	402738,82	405061,59
e(30,yıl)	304141,08	310914,60	321973,00	331110,44	339268,74	346389,28	352483,72	358008,20	362914,18	367110,85	371018,86	374679,84	378096,91	381315,04	384369,40	387277,95	390051,40	392668,82	395180,72
e(35,yıl)	287285,44	294371,94	305996,74	315610,16	324177,97	331662,65	338122,27	343977,79	349190,70	353678,81	357858,20	361773,42	365442,13	368903,56	372188,84	375317,28	378301,91	381132,89	383849,73
e(40,yıl)	268160,83	275528,66	287681,05	297744,19	306706,80	314542,49	321353,85	327528,21	333038,41	337812,33	342257,89	346422,44	350344,01	354052,41	357572,08	360923,73	364123,27	367176,72	370107,05
e(45,yıl)	246519,53	254080,96	266627,85	277038,65	286322,00	294441,88	301530,40	307956,00	313703,93	318713,78	323379,02	327749,38	331888,96	335814,06	339539,41	343086,90	346475,95	349734,23	352861,14
e(50,yıl)	221657,44	229265,26	241975,35	252554,87	262030,47	270317,29	277541,89	284090,85	289965,53	295122,12	299924,02	304422,40	308712,57	312793,14	316666,05	320354,06	323880,58	327301,64	330584,76
e(55,yıl)	192967,90	200404,06	212921,77	223383,41	232817,32	241063,54	248219,72	254706,65	260544,30	265709,46	270519,34	275025,18	279356,27	283490,27	287413,89	291150,19	294726,63	298231,43	301594,93
e(60,yıl)	159983,80	166947,97	178775,64	188705,46	197724,96	205605,53	212417,27	218591,99	224169,26	229149,28	233786,76	238131,10	242344,18	246381,41	250213,18	253862,03	257359,02	260826,31	264153,80
e(65,yıl)	123044,88	129172,22	139691,84	148570,92	156703,23	163806,51	169929,39	175479,66	180514,71	185058,32	189289,41	193253,05	197137,43	200876,79	204425,84	207805,47	211049,04	214308,27	217436,09
e(70,yıl)	84871,09	89754,15	98249,00	105464,07	112133,92	117959,63	122980,03	127530,91	131680,11	135469,61	138998,44	142304,23	145582,52	148754,57	151765,18	154632,07	157388,14	160200,74	162899,94
e(75,yıl)	48790,61	52095,33	57942,57	62948,35	67629,99	71720,44	75255,86	78460,64	81400,57	84124,74	86661,52	89037,95	91428,48	93755,52	95964,13	98067,30	100093,26	102199,06	104219,96
e(80,yıl)	20987,23	22721,63	25866,54	28591,02	31186,38	33455,88	35432,52	37224,30	38881,49	40446,12	41903,13	43268,05	44667,05	46039,47	47342,04	48582,44	49780,54	51056,38	52280,77

**EK 7.2: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Riske Maruz Değerler– Erkek
(Devam)**

E_xt	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
e(0,yıl)	93627,75	93716,02	93801,21	93886,96	93976,54	94063,36	94147,60	94229,44	94309,02	94386,48	94463,53	94543,99	94622,50	94699,17	94774,10	94847,37	94919,07	94989,26	95058,03	95127,91
e(1,yıl)	353913,13	355060,51	356167,77	357222,17	358212,27	359171,85	360102,97	361007,47	361887,04	362743,23	363568,81	364345,00	365102,43	365842,15	366565,03	367271,88	367963,58	368640,79	369304,22	369938,12
e(5,yıl)	433304,35	434970,25	436577,91	438112,74	439561,70	440965,98	442328,63	443652,31	444939,50	446192,49	447402,88	448548,37	449666,16	450757,82	451824,63	452867,79	453888,58	454888,00	455867,06	456806,75
e(10,yıl)	428842,40	430606,51	432308,94	433935,59	435473,83	436964,63	438411,24	439816,48	441182,98	442513,17	443798,78	445017,59	446206,95	447368,50	448503,61	449613,55	450699,68	451763,09	452804,83	453805,83
e(15,yıl)	423710,62	425572,10	427368,50	429086,65	430714,78	432292,70	433823,83	435311,18	436757,54	438165,46	439527,05	440820,82	442083,32	443316,31	444521,23	445699,43	446852,36	447981,17	449086,98	450150,88
e(20,yıl)	416255,03	418247,07	420169,46	422010,60	423760,09	425455,63	427100,91	428699,13	430253,30	431766,18	433230,44	434625,79	435987,40	437317,18	438616,69	439887,39	441130,84	442348,26	443540,88	444690,43
e(25,yıl)	407295,08	409446,82	411523,33	413514,95	415413,03	417252,58	419037,60	420771,57	422457,74	424099,11	425689,22	427209,50	428693,02	430141,86	431557,72	432942,19	434296,97	435623,39	436922,79	438177,73
e(30,yıl)	397596,06	399923,00	402168,57	404325,71	406388,05	408386,80	410326,28	412210,31	414042,40	415825,81	417555,05	419213,50	420831,86	422412,38	423956,92	425467,22	426945,13	428392,10	429809,61	431181,53
e(35,yıl)	386462,14	388978,93	391407,72	393744,84	395986,95	398159,92	400268,47	402316,72	404308,51	406247,38	408129,34	409940,95	411708,77	413435,25	415122,45	416772,22	418386,62	419967,23	421515,65	423017,74
e(40,yıl)	372924,74	375639,31	378258,96	380784,96	383218,40	385576,80	387865,28	390088,32	392250,08	394354,40	396399,67	398377,69	400307,89	402192,97	404035,14	405836,46	407599,15	409324,94	411015,59	412660,41
e(45,yıl)	355867,86	358764,53	361559,92	364262,51	366879,82	369416,43	371877,83	374268,85	376593,96	378857,29	381060,75	383204,05	385295,54	387338,13	389334,23	391286,07	393196,05	395066,05	396897,97	398686,78
e(50,yıl)	333741,68	336783,05	339718,09	342564,69	345338,82	348027,39	350636,26	353170,52	355634,93	358033,86	360374,08	362666,42	364903,35	367087,98	369222,89	371310,46	373353,25	375353,29	377312,60	379234,63
e(55,yıl)	304829,14	307944,98	310951,87	313878,96	316752,25	319536,93	322239,05	324863,91	327416,40	329901,08	332330,72	334730,00	337071,28	339357,83	341592,33	343777,28	345915,38	348008,72	350059,43	352082,02
e(60,yıl)	267353,39	270435,87	273410,58	276318,80	279197,41	281987,25	284694,38	287324,10	289881,32	292370,60	294811,58	297244,96	299619,53	301938,58	304204,84	306420,85	308589,34	310712,44	312792,30	314856,81
e(65,yıl)	220443,68	223341,19	226137,40	228884,97	231630,96	234292,26	236874,67	239383,23	241822,64	244197,24	246533,53	248888,59	251186,71	253431,11	255624,43	257769,10	259867,79	261922,55	263935,46	265948,65
e(70,yıl)	165495,39	167995,84	170408,87	172793,81	175203,68	177539,23	179805,54	182007,05	184147,86	186231,80	188290,08	190391,40	192441,93	194444,52	196401,52	198315,14	200187,71	202021,09	203817,13	205629,49
e(75,yıl)	106163,18	108035,27	109841,91	111640,40	113481,90	115266,62	116998,43	118680,71	120316,63	121909,07	123489,33	125127,29	126725,65	128286,65	129812,11	131303,75	132763,40	134192,50	135592,49	137020,67
e(80,yıl)	53458,11	54592,35	55686,93	56786,88	57932,42	59042,64	60119,94	61166,44	62184,09	63174,70	64164,00	65120,17	66231,04	67228,05	68202,37	69155,08	70087,35	71000,12	71894,29	72819,73

**EK 7.3: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Riske Maruz Değerler– Erkek
(Devam)**

E_xt	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
e(0,yıl)	95198,52	95267,79	95335,79	95402,56	95468,14	95532,61	95595,98	95658,31	95719,62	95780,26	95845,55	95909,83	95973,16	96035,56	96097,06	96127,48	96157,69	96187,69	96217,48	96247,07
e(1,yıl)	370546,20	371142,73	371728,30	372303,32	372868,15	373423,32	373969,07	374505,82	375033,86	375552,31	376039,38	376518,95	376991,41	377456,94	377915,75	378142,70	378368,08	378591,87	378814,15	379034,84
e(5,yıl)	457711,74	458599,53	459471,02	460326,80	461167,42	461993,67	462805,90	463604,72	464390,58	465161,78	465878,74	466584,66	467280,12	467965,37	468640,73	468974,81	469306,56	469635,98	469963,16	470288,02
e(10,yıl)	454770,86	455717,56	456646,86	457559,42	458455,81	459336,87	460202,98	461054,79	461892,79	462715,14	463479,43	464231,95	464973,31	465703,79	466423,74	466779,86	467133,51	467484,67	467833,45	468179,75
e(15,yıl)	451177,70	452185,00	453173,79	454144,78	455098,56	456036,02	456957,58	457863,94	458755,58	459630,67	460445,65	461248,08	462038,62	462817,55	463585,25	463964,99	464342,10	464716,56	465088,47	465457,74
e(20,yıl)	445801,71	446891,87	447962,00	449012,86	450045,09	451059,68	452057,04	453037,95	454002,94	454950,30	455837,91	456711,84	457572,83	458421,18	459257,29	459670,88	460081,59	460489,42	460894,48	461296,65
e(25,yıl)	439392,97	440585,12	441755,37	442904,54	444033,34	445142,84	446233,51	447306,19	448361,46	449397,72	450374,02	451335,29	452282,31	453215,42	454135,08	454590,00	455041,75	455490,33	455935,86	456378,22
e(30,yıl)	432512,54	433818,25	435099,98	436358,62	437594,96	438810,15	440004,73	441179,59	442335,39	443470,50	444542,40	445597,79	446637,54	447662,03	448671,74	449171,20	449667,19	450159,69	450648,85	451134,53
e(35,yıl)	424477,96	425910,43	427316,58	428697,41	430053,77	431386,93	432697,47	433986,39	435254,38	436499,82	437678,37	438838,78	439981,99	441108,41	442218,59	442767,75	443313,08	443854,60	444392,42	444926,43
e(40,yıl)	414263,39	415835,91	417379,54	418895,36	420384,32	421847,82	423286,48	424701,41	426093,38	427460,70	428757,05	430033,43	431290,90	432529,91	433751,06	434355,10	434954,94	435550,58	436142,16	436729,54
e(45,yıl)	400435,60	402151,18	403835,25	405488,98	407113,40	408710,05	410279,61	411823,26	413341,86	414833,83	416252,98	417650,28	419026,87	420383,25	421720,07	422381,34	423038,00	423690,06	424337,69	424980,71
e(50,yıl)	381121,07	382971,67	384788,26	386572,14	388324,40	390046,70	391739,78	393404,91	395043,02	396652,86	398193,01	399709,43	401203,39	402675,41	404126,20	404843,84	405556,49	406264,14	406966,98	407664,82
e(55,yıl)	354076,22	356032,53	357952,90	359838,68	361691,04	363511,72	365301,51	367061,76	368793,45	370496,13	372141,72	373761,96	375358,20	376931,00	378481,12	379247,90	380009,34	380765,44	381516,40	382262,02
e(60,yıl)	316903,25	318910,81	320881,48	322816,66	324717,54	326585,91	328422,59	330228,95	332006,00	333754,69	335471,61	337162,09	338827,52	340468,50	342085,82	342885,83	343680,28	344469,15	345252,66	346030,61
e(65,yıl)	267956,71	269926,62	271860,32	273759,20	275624,43	277457,77	279259,99	281032,47	282776,20	284493,81	286213,15	287906,01	289573,79	291217,08	292836,67	293637,81	294433,38	295223,37	296007,98	296787,02
e(70,yıl)	207450,35	209236,61	210990,06	212711,92	214403,26	216065,69	217699,90	219307,15	220888,32	222447,69	224044,40	225616,52	227165,34	228691,42	230195,50	230939,50	231678,32	232411,96	233140,62	233864,09
e(75,yıl)	138468,06	139887,95	141281,75	142650,44	143994,88	145316,33	146615,36	147892,95	149149,81	150391,09	151695,39	152979,60	154244,78	155491,38	156720,01	157327,75	157931,27	158530,55	159125,76	159716,74
e(80,yıl)	73768,23	74698,72	75612,11	76509,04	77390,08	78256,06	79107,34	79944,57	80768,22	81583,11	82466,92	83337,11	84194,42	85039,13	85871,67	86283,48	86692,43	87098,52	87501,84	87902,30

EK 8.1: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Riske Maruz Değerler– Kadın

E_xt	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955
e(0,yıl)	89897,81	90317,07	90981,55	91511,64	91940,77	92315,09	92633,77	92922,64	93166,90	93348,49	93517,59	93676,00	93804,38	93916,75	94023,39	94124,94	94222,94	94326,40	94425,69
e(1,yıl)	315377,96	318889,78	324501,58	329011,60	332733,47	336002,78	338967,35	341654,67	344052,45	346128,79	348062,31	349873,61	351525,30	353063,74	354523,89	355914,33	357235,53	358438,42	359592,80
e(5,yıl)	373665,75	378860,09	387200,35	393924,94	399513,88	404435,78	408998,34	413134,21	416807,66	419951,40	422878,90	425621,36	428113,01	430429,73	432628,54	434722,39	436712,48	438529,12	440272,52
e(10,yıl)	364670,48	370161,35	379001,19	386137,51	392079,56	397315,78	402196,25	406620,30	410552,21	413922,72	417061,39	420001,67	422677,24	425166,86	427529,78	429779,89	431918,88	433874,98	435752,22
e(15,yıl)	355075,11	360857,43	370193,93	377741,33	384037,47	389585,40	394753,79	399438,83	403614,64	407220,77	410578,86	413724,68	416592,45	419263,22	421798,08	424211,92	426507,06	428610,77	430629,67
e(20,yıl)	342980,23	349094,08	358999,28	367018,93	373724,09	379624,39	385057,65	389982,78	394407,16	398304,73	401934,20	405334,26	408441,55	411338,88	414088,76	416707,36	419197,87	421487,10	423684,03
e(25,yıl)	329070,99	335532,81	346041,17	354564,28	361709,35	367985,78	373678,51	378838,86	383518,27	387736,79	391665,14	395345,19	398718,58	401868,61	404858,33	407705,32	410414,02	412913,02	415311,25
e(30,yıl)	314009,20	320813,52	331924,70	340954,47	348546,82	355207,09	361176,21	366587,09	371532,04	376073,59	380302,75	384264,58	387909,76	391319,60	394555,90	397637,71	400571,08	403289,31	405897,95
e(35,yıl)	297910,24	305035,12	316721,47	326238,96	334267,79	341305,44	347569,02	353246,82	358462,73	363311,66	367827,05	372057,03	375965,95	379630,10	383107,77	386419,41	389573,26	392512,06	395332,38
e(40,yıl)	281055,86	288446,46	300624,06	310564,02	318979,80	326353,48	332891,15	338817,40	344278,35	349391,25	354152,46	358612,71	362755,38	366647,92	370342,35	373860,42	377212,97	380356,99	383374,25
e(45,yıl)	263401,36	270969,53	283496,36	293744,84	302454,87	310084,04	316829,67	322944,44	328589,47	333896,94	338839,35	343469,35	347793,75	351867,68	355734,27	359416,27	362927,55	366244,20	369427,12
e(50,yıl)	243273,34	250927,56	263662,03	274107,13	283021,68	290827,98	297714,30	303956,61	309726,75	315167,69	320234,38	324980,81	329442,40	333658,03	337659,13	341469,21	345105,62	348568,74	351892,23
e(55,yıl)	219003,75	226632,67	239404,12	249912,11	258926,21	266817,81	273764,48	280061,51	285889,64	291401,15	296533,56	301341,54	305894,64	310211,41	314308,48	318209,96	321937,31	325522,08	328962,32
e(60,yıl)	188910,26	196332,92	208857,84	219204,55	228140,67	235962,45	242835,32	249065,43	254840,30	260319,92	265422,63	270202,80	274771,40	279120,95	283249,14	287180,26	290940,48	294599,91	298111,80
e(65,yıl)	152513,72	159409,57	171164,90	180926,41	189431,45	196873,92	203397,74	209311,45	214805,73	220046,18	224926,17	229497,70	233915,54	238142,41	242154,17	245974,41	249634,02	253247,03	256714,36
e(70,yıl)	111507,30	117388,74	127543,32	136030,44	143507,05	150047,14	155760,62	160939,78	165769,27	170413,28	174737,85	178789,07	182755,57	186572,43	190195,05	193644,73	196955,21	200278,67	203468,14
e(75,yıl)	68824,15	73148,34	80739,16	87137,41	92855,83	97857,92	102227,51	106188,45	109897,05	113495,21	116845,88	119984,75	123105,90	126129,35	128998,93	131731,52	134359,51	137051,03	139634,03
e(80,yıl)	32768,53	35294,63	39834,48	43707,11	47239,68	50332,26	53053,89	55520,98	57842,00	60117,35	62236,20	64221,11	66234,39	68200,95	70067,43	71844,81	73558,92	75359,26	77087,02

EK 8.2: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Riske Maruz Değerler– Kadın
(Devam)

E_xt	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
e(0,yıl)	94521,16	94613,14	94701,90	94790,06	94879,95	94967,06	95051,59	95133,71	95213,56	95291,28	95368,05	95446,38	95522,81	95597,46	95670,42	95741,75	95811,55	95879,90	95946,85	96013,99
e(1,yıl)	360702,81	361772,20	362804,19	363783,94	364698,15	365584,17	366443,93	367279,09	368091,24	368881,81	369067,30	367280,18	365536,26	363833,10	362168,72	360541,24	358948,66	357389,42	355861,93	356610,74
e(5,yıl)	441948,90	443563,93	445122,49	446603,56	447988,34	449330,42	450632,70	451897,75	453127,93	454325,42	455479,23	456561,13	457616,87	458647,93	459655,52	460640,77	461604,89	462548,83	463473,54	464356,79
e(10,yıl)	437557,30	439296,31	440974,52	442570,19	444063,87	445511,48	446916,18	448280,71	449607,63	450899,28	452144,32	453313,42	454454,25	455568,42	456657,22	457721,88	458763,70	459783,73	460782,97	461738,14
e(15,yıl)	432570,97	434441,21	436246,06	437963,45	439573,63	441134,15	442648,41	444119,37	445549,78	446942,18	448284,88	449547,55	450779,69	451983,03	453158,98	454308,85	455434,07	456535,73	457614,95	458647,60
e(20,yıl)	425796,52	427831,68	429795,69	431666,23	433423,32	435126,23	436778,66	438383,83	439944,76	441464,21	442930,19	444311,42	445659,25	446975,58	448261,95	449519,79	450750,65	451955,76	453136,32	454267,25
e(25,yıl)	417617,31	419838,96	421982,93	424027,15	425951,85	427817,19	429627,24	431385,52	433095,34	434759,73	436366,62	437884,27	439365,23	440811,57	442224,99	443607,07	444959,51	446283,64	447580,80	448825,22
e(30,yıl)	408406,32	410822,88	413154,94	415381,75	417484,70	419522,80	421500,47	423421,59	425289,76	427108,29	428865,49	430530,19	432154,64	433741,11	435291,47	436807,46	438290,93	439743,36	441166,20	442533,68
e(35,yıl)	398044,28	400656,93	403178,22	405590,03	407876,09	410091,66	412241,55	414329,95	416360,79	418337,67	420249,95	422068,56	423843,20	425576,36	427270,06	428926,21	430546,84	432133,56	433687,95	435185,33
e(40,yıl)	386275,52	389070,61	391767,97	394353,79	396815,67	399201,63	401516,86	403765,88	405952,91	408081,82	410143,89	412114,16	414036,80	415914,50	417749,45	419543,72	421299,51	423018,55	424702,57	426329,48
e(45,yıl)	372487,69	375436,25	378281,71	381016,19	383632,59	386168,32	388628,86	391019,05	393343,34	395605,88	397800,72	399909,16	401966,64	403976,01	405939,65	407859,75	409738,67	411578,26	413380,39	415127,22
e(50,yıl)	355087,97	358166,75	361137,88	364001,49	366757,67	369428,85	372020,84	374538,71	376987,17	379370,58	381686,82	383925,94	386110,94	388244,85	390330,19	392369,29	394364,66	396318,26	398232,08	400094,72
e(55,yıl)	332270,32	335457,25	338532,74	341507,01	344389,12	347182,35	349892,77	352525,68	355086,01	357578,32	360005,75	362370,42	364677,94	366931,50	369133,78	371287,21	373394,47	375457,62	377478,75	379455,44
e(60,yıl)	301488,69	304741,99	307881,54	310930,86	313910,91	316799,07	319601,60	322323,99	324971,33	327548,34	330065,13	332540,00	334955,03	337313,61	339618,50	341872,29	344077,74	346237,03	348352,34	350433,82
e(65,yıl)	260048,41	263260,44	266360,16	269386,59	272374,55	275270,37	278080,34	280809,96	283464,33	286048,17	288580,12	291098,33	293555,67	295955,56	298300,83	300594,09	302838,17	305035,29	307187,65	309321,80
e(70,yıl)	206535,01	209489,63	212340,95	215142,26	217941,17	220653,78	223285,96	225842,87	228329,30	230749,66	233131,07	235531,85	237874,59	240162,57	242398,46	244584,78	246724,21	248818,86	250870,85	252924,22
e(75,yıl)	142117,74	144510,54	146819,69	149105,54	151422,02	153667,07	155845,56	157961,76	160019,62	162022,80	164003,53	166033,02	168013,45	169947,58	171837,68	173685,88	175494,43	177265,14	178999,78	180755,19
e(80,yıl)	78748,36	80348,90	81893,48	83437,41	85030,09	86573,67	88071,48	89526,46	90941,33	92318,61	93689,31	95123,13	96522,29	97888,74	99224,09	100529,83	101807,56	103058,56	104284,07	105542,55

**EK 8.3: İçdeğerleme Yöntemi İle Elde Edilen Yaş Gruplarına Özel Riske Maruz Değerler– Kadın
(Devam)**

E_xt	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
e(0,yıl)	96081,11	96146,95	96211,59	96275,06	96337,41	96398,69	96458,93	96518,17	96576,46	96608,16	96150,45	95699,79	95255,81	94818,35	94387,19	94173,92	93962,13	93751,83	93542,96	93335,57
e(1,yıl)	359217,74	361775,22	364285,70	366750,96	369172,53	371552,70	373892,48	376193,65	378457,47	380597,75	381033,52	381462,58	381885,29	382301,78	382712,27	382915,33	383116,96	383317,19	383516,05	383713,50
e(5,yıl)	465203,80	466034,71	466850,35	467651,30	468438,06	469211,37	469971,55	470719,19	471454,70	472175,70	472831,00	473476,21	474111,86	474738,17	475355,46	475660,80	475964,01	476265,11	476564,15	476861,07
e(10,yıl)	462654,73	463553,90	464436,55	465303,30	466154,70	466991,53	467814,16	468623,22	469419,15	470199,32	470907,13	471604,04	472290,62	472967,11	473633,86	473963,67	474291,18	474616,40	474939,40	475260,11
e(15,yıl)	459639,41	460612,38	461567,48	462505,37	463426,64	464332,15	465222,30	466097,77	466959,02	467803,34	468571,60	469328,03	470073,25	470807,52	471531,21	471889,19	472244,67	472597,66	472948,25	473296,35
e(20,yıl)	455354,62	456421,32	457468,43	458496,67	459506,69	460499,44	461475,35	462435,15	463379,38	464305,46	465156,28	465994,00	466819,30	467632,48	468433,94	468830,39	469224,07	469615,00	470003,27	470388,78
e(25,yıl)	450023,22	451198,46	452352,11	453484,97	454597,76	455691,52	456766,72	457824,17	458864,47	459885,27	460832,38	461764,90	462683,61	463588,82	464480,99	464922,30	465360,54	465795,71	466227,92	466657,06
e(30,yıl)	443852,27	445145,81	446415,58	447662,48	448887,28	450091,13	451274,56	452438,46	453583,48	454707,56	455760,72	456797,66	457819,24	458825,81	459817,88	460308,60	460795,91	461279,81	461760,42	462237,61
e(35,yıl)	436632,10	438051,39	439444,59	440812,71	442156,57	443477,46	444775,94	446052,99	447309,31	448543,27	449710,77	450860,29	451992,77	453108,63	454208,40	454752,41	455292,63	455829,06	456361,85	456890,84
e(40,yıl)	427905,36	429451,30	430968,84	432459,04	433922,83	435361,60	436775,95	438166,96	439535,39	440880,06	442163,63	443427,43	444672,50	445899,29	447108,40	447706,49	448300,41	448890,18	449475,93	450057,52
e(45,yıl)	416824,21	418488,95	420123,10	421727,83	423304,11	424853,44	426376,48	427874,38	429347,98	430796,64	432191,96	433565,78	434919,26	436252,86	437567,23	438217,39	438863,02	439504,13	440140,88	440773,10
e(50,yıl)	401910,55	403691,88	405440,48	407157,58	408844,26	410502,09	412131,79	413734,60	415311,40	416862,27	418370,37	419855,25	421318,12	422759,52	424180,14	424882,85	425580,67	426273,60	426961,82	427645,14
e(55,yıl)	381390,53	383288,85	385152,29	386982,17	388779,61	390546,33	392283,06	393991,14	395671,49	397325,17	398951,59	400552,96	402130,60	403685,07	405217,14	405974,98	406727,55	407474,84	408217,05	408953,98
e(60,yıl)	352482,11	354491,49	356463,93	358400,86	360303,45	362173,52	364011,85	365819,85	367598,50	369350,16	371096,53	372816,01	374510,00	376179,13	377824,19	378637,92	379445,99	380248,40	381045,35	381836,64
e(65,yıl)	311435,36	313508,76	315544,07	317542,72	319505,94	321435,60	323332,51	325198,12	327033,46	328842,46	330675,02	332479,35	334256,95	336008,45	337734,70	338588,59	339436,54	340278,55	341114,83	341945,17
e(70,yıl)	254973,23	256983,30	258956,45	260894,05	262797,31	264668,03	266507,01	268315,64	270094,92	271850,56	273665,16	275451,81	277211,98	278946,31	280655,64	281501,16	282340,80	283174,56	284002,64	284824,84
e(75,yıl)	182522,89	184257,00	185959,25	187630,84	189272,80	190886,69	192473,19	194033,52	195568,52	197085,07	198689,38	200268,98	201825,17	203358,52	204869,76	205617,30	206359,63	207096,77	207828,89	208555,81
e(80,yıl)	106824,60	108082,30	109316,88	110529,23	111720,09	112890,59	114041,23	115172,88	116286,17	117387,84	118586,86	119767,42	120930,48	122076,47	123205,93	123764,62	124319,43	124870,34	125417,51	125960,79

Ek 9: TDA İle Yapılan EKK Yönteminden Elde Edilen Lee Carter Modeli Yaş Parametreleri – Erkek

Yaş Grupları	a_x	b_x	b_x Güncellenmiş
0	-2,48598	0,282076	0,073918819
1	-4,90285	0,434079	0,113751619
5	-6,16954	0,321912	0,084357971
10	-6,45026	0,301421	0,078988184
15	-5,98034	0,259198	0,067923614
20	-5,63136	0,261406	0,068502121
25	-5,57102	0,27725	0,072654001
30	-5,44142	0,281028	0,073644013
35	-5,23646	0,267727	0,070158617
40	-4,95811	0,24033	0,062979173
45	-4,64012	0,195055	0,051114594
50	-4,27643	0,163465	0,04283646
55	-3,90419	0,127152	0,03332055
60	-3,54103	0,125074	0,032775886
65	-3,10402	0,089562	0,02346996
70	-2,68362	0,073299	0,019208285
75	-2,24556	0,061837	0,016204475
80	-1,81466	0,054156	0,014191659

Ek 10: TDA İle Yapılan EKK Yönteminden Elde Edilen Lee Carter Modeli Yıl Parametreleri – Erkek

Yıllar	k_t	k_t Güncellenmiş	Yıllar	k_t	k_t Güncellenmiş
1937	3,173498903	12,11015686	1967	-0,244760378	-0,934012161
1938	3,018566225	11,5189296	1968	-0,32017036	-1,221778674
1939	2,758705373	10,52729363	1969	-0,395477805	-1,509153901
1940	2,534933535	9,673374301	1970	-0,470735182	-1,796338068
1941	2,335389401	8,911908535	1971	-0,545994069	-2,083528
1942	2,152479195	8,21391829	1972	-0,621318496	-2,370968031
1943	1,996795177	7,619823904	1973	-0,69675815	-2,658847772
1944	1,849353189	7,057181329	1974	-0,772367948	-2,947376789
1945	1,713843802	6,540073874	1975	-0,842466112	-3,214873261
1946	1,595727323	6,089338227	1976	-0,907960216	-3,464800515
1947	1,481998938	5,65534766	1977	-0,973679597	-3,715587435
1948	1,371953689	5,235412041	1978	-1,039670915	-3,967412074
1949	1,268144011	4,839271529	1979	-1,105965548	-4,220394169
1950	1,168433347	4,458772963	1980	-1,172591664	-4,474641213
1951	1,071063431	4,087206756	1981	-1,239602586	-4,730356687
1952	0,975714101	3,723351156	1982	-1,307020339	-4,987624639
1953	0,8824384	3,367408583	1983	-1,374892343	-5,246626024
1954	0,793758716	3,029004532	1984	-1,443255534	-5,507501794
1955	0,706457669	2,695861398	1985	-1,511955375	-5,769662229
1956	0,620370731	2,367351335	1986	-1,577180653	-6,018563635
1957	0,535339781	2,042870949	1987	-1,642705221	-6,268607145
1958	0,451226223	1,721891357	1988	-1,70858193	-6,519994431
1959	0,369288012	1,40921295	1989	-1,774835553	-6,772820033
1960	0,29079175	1,109669109	1990	-1,841501142	-7,027217706
1961	0,212961117	0,812665329	1991	-1,874999111	-7,155046853
1962	0,135704175	0,51785077	1992	-1,908616625	-7,283332189
1963	0,058939905	0,224916258	1993	-1,942354713	-7,412077633
1964	-0,017411312	-0,066442032	1994	-1,976223072	-7,541320199
1965	-0,093426973	-0,356519833	1995	-2,010214343	-7,671031803
1966	-0,169182855	-0,645606307			

Ek 11: TDA İle Yapılan EKK Yönteminden Elde Edilen Lee Carter Modeli Yaş Parametreleri – Kadın

Yaş Grupları	a_x	b_x	b_x Güncellenmiş
0	-2,70958	0,263891402	0,069365421
1	-4,98237	0,41115775	0,108075255
5	-6,28293	0,34034231	0,089460996
10	-6,53067	0,335908569	0,088295561
15	-6,13288	0,30457293	0,080058802
20	-5,84011	0,287051117	0,07545309
25	-5,68699	0,275966371	0,072539398
30	-5,54092	0,267054437	0,070196844
35	-5,37395	0,244819419	0,064352237
40	-5,17998	0,211120402	0,055494251
45	-4,9281	0,169521423	0,044559712
50	-4,58835	0,151492867	0,039820799
55	-4,23989	0,130732165	0,034363725
60	-3,8086	0,121021064	0,031811105
65	-3,36927	0,096200037	0,025286751
70	-2,88677	0,078727483	0,020693986
75	-2,40592	0,061352419	0,016126847
80	-1,94622	0,053433146	0,01404522

Ek 12: TDA İle Yapılan EKK Yönteminden Elde Edilen Lee Carter Modeli Yıl Parametreleri – Kadın

Yıllar	k_t	k_t Güncellenmiş	Yıllar	k_t	k_t Güncellenmiş
1937	3,504803615	13,33355329	1967	-0,252908987	-0,962158176
1938	3,342774814	12,71713654	1968	-0,336748564	-1,281114553
1939	3,071843395	11,68641445	1969	-0,420695625	-1,600479841
1940	2,840746811	10,80723862	1970	-0,504814506	-1,920498794
1941	2,642590424	10,05337934	1971	-0,589169359	-2,241415469
1942	2,460775333	9,361688311	1972	-0,673839209	-2,563530513
1943	2,301576992	8,756039667	1973	-0,758887975	-2,887087087
1944	2,150451648	8,18110365	1974	-0,844386456	-3,21235454
1945	2,006773669	7,634500132	1975	-0,927374265	-3,528070482
1946	1,870836223	7,117344427	1976	-1,008260386	-3,835790838
1947	1,739260876	6,61678374	1977	-1,089591507	-4,14520413
1948	1,611271491	6,129865365	1978	-1,171443382	-4,456598564
1949	1,491524348	5,674303489	1979	-1,253873534	-4,770192975
1950	1,376722471	5,23755521	1980	-1,336936284	-5,086194022
1951	1,264116014	4,80915911	1981	-1,420718395	-5,404931777
1952	1,153347424	4,387754932	1982	-1,505268845	-5,726592575
1953	1,044759228	3,974645764	1983	-1,590669886	-6,051489335
1954	0,943695012	3,590160568	1984	-1,676992441	-6,379891866
1955	0,843843122	3,2102875	1985	-1,763993244	-6,710874706
1956	0,745018423	2,834322245	1986	-1,845545555	-7,021129488
1957	0,647040687	2,461579143	1987	-1,927879398	-7,334357502
1958	0,549749782	2,091449	1988	-2,011081231	-7,650887669
1959	0,455044618	1,73115596	1989	-2,095204327	-7,970922659
1960	0,36485819	1,388053843	1990	-2,180317114	-8,294722792
1961	0,27512695	1,046683424	1991	-2,223266357	-8,458117403
1962	0,185741942	0,706630202	1992	-2,266494213	-8,62257196
1963	0,096605365	0,3675221	1993	-2,310005683	-8,788105485
1964	0,007619587	0,028987693	1994	-2,353817138	-8,954780267
1965	-0,081312077	-0,309340847	1995	-2,397923067	-9,122575333
1966	-0,169099446	-0,643316067			

Ek 13: EÇO Yöntemi İle Elde Edilen Lee Carter Modeli \hat{a}_x Parametresi Değerleri – Erkek

Yaş Grupları	a_x	a_x Güncellenmiş
0	1,9033	-2,4860
1	-0,5082	-4,8975
5	-1,7783	-6,1676
10	-2,0623	-6,4516
15	-1,5917	-5,9810
20	-1,2432	-5,6325
25	-1,1822	-5,5715
30	-1,0529	-5,4422
35	-0,8482	-5,2375
40	-0,5701	-4,9594
45	-0,2520	-4,6413
50	0,1115	-4,2778
55	0,4841	-3,9052
60	0,8856	-3,5037
65	1,2842	-3,1051
70	1,7046	-2,6847
75	2,1425	-2,2468
80	2,5733	-1,8160
main	-4,3893	

Ek 14: EÇO Yöntemi İle Elde Edilen Lee Carter Modeli \hat{b}_x Parametresi Değerleri – Erkek

Yaş Grupları	b_x	b_x Güncellenmiş
0	1,0000	0,074903562
1	1,4883	0,111478971
5	1,1241	0,084199094
10	1,0626	0,079592525
15	0,9144	0,068491817
20	0,9237	0,06918842
25	0,9756	0,073075915
30	0,9902	0,074169507
35	0,9448	0,070768885
40	0,8508	0,06372795
45	0,6926	0,051878207
50	0,5801	0,043451556
55	0,4495	0,033669151
60	0,3855	0,028875323
65	0,3138	0,023504738
70	0,2552	0,019115389
75	0,2136	0,015999401
80	0,1857	0,013909591
sum:	13,3505	1,0000

Ek 15: EÇO Yöntemi İle Elde Edilen Lee Carter Modeli \hat{k}_t Parametresi Değerleri - Erkek

Yıllar	k_t	k_t Güncellenmiş	Yıllar	k_t	k_t Güncellenmiş
1937	0,9053	12,08620765	1967	-0,076	-1,01330295
1938	0,8621	11,50946605	1968	-0,097	-1,2923284
1939	0,7885	10,52686925	1969	-0,117	-1,5673487
1940	0,7253	9,68311765	1970	-0,138	-1,83836385
1941	0,6666	8,8994433	1971	-0,158	-2,1067089
1942	0,6142	8,1998771	1972	-0,178	-2,37238385
1943	0,5682	7,5857541	1973	-0,197	-2,6353887
1944	0,5256	7,0170228	1974	-0,217	-2,89572345
1945	0,4868	6,4990234	1975	-0,236	-3,1560582
1946	0,4521	6,03576105	1976	-0,256	-3,41639295
1947	0,4193	5,59786465	1977	-0,275	-3,67539265
1948	0,3881	5,18132905	1978	-0,295	-3,93172225
1949	0,3577	4,77547385	1979	-0,314	-4,18538175
1950	0,3284	4,3843042	1980	-0,333	-4,43904125
1951	0,3001	4,00648505	1981	-0,351	-4,6886956
1952	0,2729	3,64335145	1982	-0,37	-4,93834995
1953	0,2464	3,2895632	1983	-0,388	-5,1853342
1954	0,2203	2,94111515	1984	-0,407	-5,4309834
1955	0,1949	2,60201245	1985	-0,425	-5,67529755
1956	0,1702	2,2722551	1986	-0,443	-5,91827665
1957	0,1461	1,95050805	1987	-0,461	-6,15858565
1958	0,1225	1,63543625	1988	-0,479	-6,3975596
1959	0,0993	1,32570465	1989	-0,497	-6,63653355
1960	0,0761	1,01597305	1990	-0,515	-6,87417245
1961	0,0534	0,7129167	1991	-0,524	-6,99165685
1962	0,031	0,4138655	1992	-0,533	-7,10914125
1963	0,0091	0,12148955	1993	-0,541	-7,2279607
1964	-0,0125	-0,16688125	1994	-0,55	-7,3454451
1965	-0,0337	-0,44991185	1995*	-0,559	-7,4602594
1966	-0,0548	-0,7316074	b_x sum:	13,351	0

Ek 16 EÇO Yöntemi İle Elde Edilen Lee Carter Modeli \hat{a}_x Parametresi Değerleri – Kadın

Yaş Grupları	a_x	a_x Güncellenmiş
0	1,8729	-2,7060
1	-0,3870	-4,9659
5	-1,7017	-6,2806
10	-1,9518	-6,5307
15	-1,5521	-6,1310
20	-1,2605	-5,8394
25	-1,1083	-5,6872
30	-0,9619	-5,5408
35	-0,7958	-5,3747
40	-0,6019	-5,1808
45	-0,3504	-4,9293
50	-0,0105	-4,5894
55	0,3378	-4,2411
60	0,7690	-3,8099
65	1,2084	-3,3705
70	1,6909	-2,8880
75	2,1717	-2,4072
80	2,6312	-1,9477
main	-4,5789	

Ek 17: EÇO Yöntemi İle Elde Edilen Lee Carter Modeli \hat{b}_x Parametresi Değerleri – Kadın

Yaş Grupları	b_x	b_x Güncellenmiş
0	1,0000	0,069619945
1	1,5035	0,104673587
5	1,2741	0,088702772
10	1,2648	0,088055306
15	1,1465	0,079819267
20	1,0851	0,075544602
25	1,0451	0,072759804
30	1,0136	0,070566776
35	0,9338	0,065011104
40	0,8089	0,056315573
45	0,6508	0,04530866
50	0,5816	0,04049096
55	0,5012	0,034893516
60	0,4631	0,032240996
65	0,3660	0,0254809
70	0,2976	0,020718896
75	0,2296	0,015984739
80	0,1984	0,013812597
sum:	14,3637	1,0000

Ek 18: EÇO Yöntemi İle Elde Edilen Lee Carter Modeli \hat{k}_t Parametresi Değerleri – Kadın

Yıllar	k_t	k_t Güncellenmiş	Yıllar	k_t	k_t Güncellenmiş
1937	0,9359	13,44298683	1967	-0,077	-1,10744127
1938	0,8931	12,82822047	1968	-0,099	-1,42056993
1939	0,8198	11,77536126	1969	-0,121	-1,73082585
1940	0,7577	10,88337549	1970	-0,142	-2,0396454
1941	0,7028	10,09480836	1971	-0,163	-2,34415584
1942	0,6535	9,38667795	1972	-0,184	-2,64722991
1943	0,6084	8,73887508	1973	-0,205	-2,94886761
1944	0,5666	8,13847242	1974	-0,226	-3,24763257
1945	0,5274	7,57541538	1975	-0,248	-3,55501575
1946	0,4902	7,04108574	1976	-0,269	-3,86814441
1947	0,455	6,5354835	1977	-0,291	-4,1798367
1948	0,4213	6,05142681	1978	-0,313	-4,48865625
1949	0,3889	5,58604293	1979	-0,334	-4,79603943
1950	0,3576	5,13645912	1980	-0,355	-5,10054987
1951	0,3273	4,70123901	1981	-0,376	-5,40362394
1952	0,2981	4,28181897	1982	-0,397	-5,70526164
1953	0,2696	3,87245352	1983	-0,418	-6,0040266
1954	0,2417	3,47170629	1984	-0,439	-6,30135519
1955	0,2144	3,07957728	1985	-0,459	-6,59724741
1956	0,1877	2,69606649	1986	-0,479	-6,87733956
1957	0,1617	2,32261029	1987	-0,498	-7,15599534
1958	0,1361	1,95489957	1988	-0,518	-7,43321475
1959	0,111	1,5943707	1989	-0,537	-7,71043416
1960	0,0861	1,23671457	1990	-0,556	-7,98765357
1961	0,0617	0,88624029	1991	-0,566	-8,12698146
1962	0,0376	0,54007512	1992	-0,575	-8,26487298
1963	0,014	0,2010918	1993	-0,585	-8,4027645
1964	-0,0094	-0,13501878	1994	-0,595	-8,54065602
1965	-0,0324	-0,46538388	1995*	-0,604	-8,6756748
1966	-0,0551	-0,79143987	b_x sum:	14,364	0

Ek 19: Her İki Yöntemle Elde Edilen \hat{k}_t Parametrelerinin 20 Yıllık Öngörüsü ve %95'lik Güven Aralıkları – Erkek

EÇO - Erkek				TDA - Erkek			
Yıllar	Öngörü	Alt Limit	Üst Limit	Yıllar	Öngörü	Alt Limit	Üst Limit
1996	-7,5834	-7,7064	-7,4604	1996	-6,941963	-7,2461	-6,6378
1997	-7,7145	-7,9855	-7,4435	1997	-7,1404049	-7,7325	-6,5483
1998	-7,8533	-8,3003	-7,4063	1998	-7,3716946	-8,247	-6,4964
1999	-7,9995	-8,6447	-7,3544	1999	-7,6250011	-8,7688	-6,4812
2000	-8,1529	-9,0145	-7,2913	2000	-7,8930649	-9,2875	-6,4986
2001	-8,3132	-9,4063	-7,2200	2001	-8,17102	-9,7983	-6,5437
2002	-8,4800	-9,8176	-7,1425	2002	-8,455605	-10,2991	-6,6121
2003	-8,6533	-10,2462	-7,0603	2003	-8,7446339	-10,7895	-6,6997
2004	-8,8326	-10,6905	-6,9748	2004	-9,0366413	-11,2697	-6,8036
2005	-9,0179	-11,1487	-6,8871	2005	-9,3306451	-11,7403	-6,921
2006	-9,2089	-11,6197	-6,7980	2006	-9,6259871	-12,2022	-7,0498
2007	-9,4053	-12,1023	-6,7084	2007	-9,922226	-12,656	-7,1884
2008	-9,6070	-12,5953	-6,6188	2008	-10,219066	-13,1027	-7,3355
2009	-9,8138	-13,0979	-6,5297	2009	-10,516309	-13,5428	-7,4898
2010	-10,0255	-13,6092	-6,4418	2010	-10,813822	-13,9771	-7,6505
2011	-10,2419	-14,1285	-6,3553	2011	-11,111516	-14,4061	-7,8169
2012	-10,4628	-14,6550	-6,2706	2012	-11,409332	-14,8304	-7,9883
2013	-10,6881	-15,1882	-6,1880	2013	-11,707229	-15,2503	-8,1642
2014	-10,9176	-15,7275	-6,1077	2014	-12,00518	-15,6662	-8,3442
2015	-11,1511	-16,2722	-6,0300	2015	-12,303168	-16,0785	-8,5278

Ek 20: Her İki Yöntemle Elde Edilen \hat{k}_t Parametrelerinin 20 Yıllık Öngörüsü ve %95'lik Güven Aralıkları – Kadın

EÇO - Kadın				TDA - Kadın			
Yıllar	Öngörü	Alt Limit	Üst Limit	Yıllar	Öngörü	Alt Limit	Üst Limit
1996	-8,8218	-8,9548	-8,6889	1996	-9,3026	-9,4322	-9,173
1997	-8,9786	-9,2705	-8,6868	1997	-9,4942	-9,7776	-9,2108
1998	-9,1456	-9,6253	-8,6658	1998	-9,6968	-10,161	-9,2325
1999	-9,3222	-10,0124	-8,632	1999	-9,9096	-10,5751	-9,2441
2000	-9,5080	-10,4268	-8,5893	2000	-10,1322	-11,015	-9,2494
2001	-9,7027	-10,8647	-8,5407	2001	-10,364	-11,4767	-9,2513
2002	-9,9057	-11,3231	-8,4883	2002	-10,6045	-11,9573	-9,2517
2003	-10,1168	-11,7997	-8,4339	2003	-10,8532	-12,4542	-9,2521
2004	-10,3355	-12,2923	-8,3787	2004	-11,1096	-12,9654	-9,2539
2005	-10,5615	-12,7993	-8,3238	2005	-11,3734	-13,489	-9,2578
2006	-10,7945	-13,3190	-8,27	2006	-11,6441	-14,0235	-9,2646
2007	-11,0341	-13,8501	-8,2181	2007	-11,9213	-14,5676	-9,275
2008	-11,2800	-14,3915	-8,1686	2008	-12,2047	-15,1201	-9,2892
2009	-11,5320	-14,9420	-8,122	2009	-12,4939	-15,68	-9,3078
2010	-11,7898	-15,5008	-8,0787	2010	-12,7886	-16,2463	-9,3309
2011	-12,0530	-16,0670	-8,039	2011	-13,0885	-16,8183	-9,3587
2012	-12,3215	-16,6398	-8,0032	2012	-13,3933	-17,3951	-9,3915
2013	-12,5950	-17,2186	-7,9715	2013	-13,7028	-17,9762	-9,4293
2014	-12,8733	-17,8026	-7,944	2014	-14,0166	-18,561	-9,4722
2015	-13,1561	-18,391	-7,9209	2015	-14,3346	-19,1489	-9,5202

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Selim DEMİRCİOĞLU

Doğum Yeri : Altındağ

Doğum Yılı : 1988

Medeni Hali : Bekar

Askerlik Durumu: Tecilli

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise : 2002 – 2005

Lisans : 2005 – 2009

Yabancı Dil : İngilizce

İş Tecrübesi:

2012 – ... TÜRKİYE VAKIFLAR BANKASI T.A.O.