

1920-2020 YILLARI ARASI BEBEK ÖLÜM OLASILIKLARI KULLANARAK TÜRKİYE İÇİN BİR DİNAMİK HAYAT TABLOSU OLUŞTURMA ÖRNEĞİ

A STUDY ON CONSTRUCTING A DYNAMIC LIFE TABLE FOR TURKEY USING INFANT MORTALITY RATES BETWEEN 1920-2020

ÖZER BAKAR*

ÖZET

Hayat anüitesi ürünlerinin fiyatlandırılması yapılırken bir hayat tablosuna ihtiyaç duyulur. Geleneksel çalışmalarda bu hesaplamalar gelecekteki ölümlülük düzeylerini dikkate almamakta ve sigorta şirketleri ya da sosyal güvenlik sağlayıcılarının yanlış hesaplama yapmalarına sebep olmaktadır. Bu çalışmada uzun ömürlülük olarak tanımlanan gelecekteki yaşam süresinin artması dikkate alınarak her yıl ve yaşa özel ölüm olasılıklarını içeren dinamik hayat tablosu oluşturulmuştur. 1920-2020 yıllarına ilişkin bebek ölüm olasılıkları ile Mortpak 4.3 yazılımının gerekli fonksiyonları kullanılarak hayat tabloları elde edilmiştir. Bu hayat tabloları elde edilirken Türkiye'nin nüfus yapısını daha iyi yansıttığı düşünülen Coale-Demeny Batı model hayat tabloları kullanılmıştır. Hayat tablolarından elde edilen yıl ve yaşa ilişkin ölüm olasılıkları kullanılarak her yıl ve 2020 sonrası yıllara ilişkin ölüm olasılıkları, polinomik ve üs dağılım varsayımı ile her yaş için tahmin edilmiştir. Bu ölüm olasılıkları hayatta kalma olasılıklarına dönüştürülerek tam hayat anüitesinin net tek primi uzun ömürlülük riski altında hesaplanmış ve Türk sigorta sektörü tarafından sıklıkla kullanılan "Insurance Commissioner's Ordinary Mortality Table" (CSO 1958) ve "Türkiye Kadın-Erkek Hayat" (TRH-2010) tablolarıyla hesaplanan net tek primlerden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Dinamik Hayat Tablosu, Bebek Ölüm Olasılığı, Uzun Ömürlülük, Tam Hayat Anüitesi, Net Tek Prim.

*Araştırma Görevlisi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Aktüerya Bilimleri Bölümü. 06800 Beytepe, Ankara
+90 312 297 6160 (118), ozerbakar@hacettepe.edu.tr /ORCID: 0000-0003-4513-999X.
Makale Gönderim Tarihi / Received on: 6 Aralık 2019/ December 6, 2019.
Makale Kabul Tarihi / Accepted on: 7 Aralık 2020/ December 7, 2020.

ABSTRACT

When determining the price of life annuity products, a life table is needed. In traditional studies, these pricing processes do not take into account future mortality levels and this leads the insurance companies or social security providers to overestimate or underestimate calculations. In this study, considering the increase in the life expectancy which is defined as longevity, a dynamic life table model was set up on the basis of changing age specific mortality rates over time. All the life tables for the years 1920-2020 were obtained by using the infant mortality probabilities with the help of the necessary functions of Mortpak software. While achieving these life tables, "Coale-Demeny West model life table" is used which is thought to better reflect Turkey's past, current and future population structure. After constructing all life tables, based on age specific mortality probabilities, the age specific mortality probabilities for the near future were estimated by using polynomic and power distribution model. And then the net single premium of the whole life annuity was calculated under the changing longevity risks. We found higher net single premiums than those calculated by the "Insurance Commissioner's Ordinary Mortality Table" (CSO 1958) and "Turkey Women-Man Life" (TRH-2010) tables that are mostly used by the life insurance sector in Turkey.

KEYWORDS: Dynamic Life Table, Infant Mortality Rate, Longevity, Whole Life Annuity, Net Single Premium.

GİRİŐ

Hayat sigortaları veya hayat anüitelerine ilişkin hesaplamalarda hayat (mortalite) tabloları kullanılır. Bu tablolar belirli bir süre için yine belirli bir nüfusa ait ölüm ve yaşam istatistikleri ışığında yaş grubuna ait ölüm olasılıkları, yaş grubunun başında yaşayan kişi sayısı, beklenen yaşam süresi gibi bilgileri içerir. Belirli bir dönem için hazırlanan hayat tablolarının dezavantajlarından biri, belirli süre sonunda yaşı ilerleyen bireylerin ölüm olasılıklarını hazırlandığı döneme ait yaş grubu için kabul etmesidir. Ölümlülük yapısının zamanla değişmesi bu varsayımın zayıflığını gösterir. Her yıl ve her yaş grubunda değişen ve geleceğe yönelik gerçekçi yaklaşımlarla tahmin edilen ölüm olasılıklarını içeren bir hayat tablosu bu sorunu ortadan kaldıracaktır.

Belirli aralıklarla yapılan ödemeler dizisi anlamında olan anüite, ödemelerinde yaşam koşulu arandığında hayat anüitesi adını alır. Hayat anüitesi ürünlerinde ödemeler sigortalı bir bireyin yaşaması durumunda hemen veya belirli bir süre sonra başlayabilmekte, belirli bir dönem veya ömür boyu sürebilmektedir. Hayat anüitesinde ödemeler belirli bir dönem

sürüyorsa dönemsel anüite, ölüm gerçekleşene kadar sürüyor ise de tam anüite adını alır.

Anüite piyasasının gelişmesinde bireylerin emeklilik dönemlerindeki refah seviyelerini koruma isteği önemli bir rol oynar. Sigorta ve emeklilik şirketleri, kişilerin bu dönemdeki gelir kaybını önleme isteğine karşılık verebilmek için uygun ürünler tasarlamaktadırlar. Bir anüite ürününün ölümlülük ve yatırım riskine karşı önlem alıp daha doğru hesaplamalar yapmaları, şirketler açısından oldukça önemlidir (Yamaç, 2006).

Aktüeryal hesaplamalarda fiyatlama, rezerv veya uzun döneme ilişkin herhangi bir ürünün değerlemesinde kuşkusuz en etkili parametrelerden biri ölümlülüktür. Literatürde ölümlülüğe ilişkin birçok model kullanılmış ve halen kullanılmaktadır. Gelecekteki ölümlülüğü hesaplama işi rasgelelik içerir ve hangi model kullanılırsa kullanılsın, öngörülen sistematik sapmalar var olacaktır. Bunun sonucunda bu, bir model veya parametre riski olup havuzda değerlendirilemeyeceği açık bir risktir. Bu risk her yaşta açığa çıkabilir, yüksek yaşlarda ortaya çıkması durumunda ise genellikle uzun ömürlülük riski anlamına gelir (Pitacco, Denuit, Haberman ve Olivieri, 2009).

Uzun ömürlülük riski en temel anlamda bireylerin beklenen gelecek yaşam sürelerinin artması anlamına gelmektedir. Bunun sonucunda ise özellikle anüite ürünlerinde veya emeklilik dönemine ilişkin ödemelerde sigortacı için maliyetin artması demektir (Jones, 2013).

Uzun ömürlülük riski uzun dönem ölümlülük oranlarının belirsizliği ve bireyin uzun dönem yaşama olasılığı üzerindeki etkisi olarak ele alınmalıdır. Uzun ömürlülük riski altında gelecekteki hayatta kalma olasılıkları beklenenden daha fazla olacaktır (Cairns, Dowd, Blake ve Coughlan, 2014).

Türkiye’de ölüm verisi hemen tüm yaşlarda hayati kayıt sisteminden etkilenmekte dolayısıyla bu veriler kullanılarak hazırlanan hayat tabloları da gerçek ölümlülük düzeyini yansıtmada gerçekçi olmayacaktır. Türkiye gibi ölüm verisinin yetersiz olduğu ülkelerde veri kullanarak doğrudan çalışmak yerine dolaylı yöntemlere başvurulmalı, buradaki güvenilir bilgiler ışığında diğer bilgiler elde edilmeye çalışılmalıdır (Eryurt ve Koç, 2007). Son yıllarda Türkiye’deki ölüm kayıt sisteminin iyileştiğini gösteren çalışmalar mevcut olsa da, bu çalışmanın kapsamı olan Türkiye’nin 100 yıllık bir döneminin büyük bir kısmının güvenilir ölüm verisi olmadığı dönemi içermesi nedeniyle bu çalışmada tüm yıllar için model hayat tablolarından faydalanılmıştır. Bu çalışmada Coale-Demeny’nin batı model hayat tablolarında daha fazla seviye içeren yeni batı modeli kullanılmıştır (Coale, Demeny ve Vaughan 1967). Model hayat tabloları eksik veya hatalı veriye sahip ülkelerin ölümlülük yapısı hakkında bilgi edinmek amacı taşır. Bu model hayat tablosu da en genel ölümlülük yapısını içeren ve batı Avrupalı ve bazı Avrupalı olmayan ülkelere uygun bir modeldir (Murray vd., 2000). Yeni Coale-Demeny Batı model hayat tablosu daha fazla seviye içermesi nedeniyle daha yüksek beklenen

yaşam süresi seviyesine karşılık gelebilen hayat tablosunu üretebilmektedir. Çalışmanın ikinci bölümünde özet hayat tabloları her yaş grubu ve yıla göre oluşturulmuş daha sonra polinomik fonksiyon yardımıyla her yaş grubu için tekli yıllara ait ölüm olasılıkları elde edilmiştir. Daha sonra üs fonksiyonu yardımıyla 15 yıllık bir ölümlülük tahmini yapılmış ve belirli yaşlar ve yıllar için tam hayat anüitelerinin net tek primi hesaplanmış ve CSO-1958 ile TRH-2010 hayat tabloları kullanılarak hesaplanan net tek primlerle karşılaştırılmıştır.

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Hayat tabloları çalışması sayılabilecek ilk çalışma antik Roma döneminde ölüm sayılarını mahkeme heyetine sunan Aemilius Macer tarafından yapılmıştır. Bundan yarım asır sonrası civarında Ulpian hayat tablosu daha doğru beklenen yaşam sürelerini içeren bir hayat tablosu geliştirmiştir. Girolamo 1957 yılında yaşam süresinin “x”in doğrusal azalan bir fonksiyonu olduğunu öne sürmüştür. Graunt 1662 yılında Londra için ölüm sayılarını tabloştürmüştür. Bu çalışma şu an bildiğimiz hayat tabloları kavramının temelini oluşturmuştur. Sadece ölüm geçmişi içerdiği için çok verimli olamamıştır. Hayat tablolarının ilk çalışması olarak genelde Edmund Halley'nin 1693 yılındaki çalışması gösterilir. Polonya'nın Breslau kentinin 1687-1691 yılları arasındaki doğum ve ölüm sayıları alınarak hazırlanan tablo modern hayat tablosu olarak bilir ve hayat sigortası emeklilik ve anüite uygulamaları için yeni sütunlar içerir. Bu hayat tablosu da nüfusun sabit kalacağı varsayımı kullanması nedeniyle çok fazla kullanım alanı bulamamıştır. 17 ve 18. yüzyıllarda birçok hayat tablosu çalışmaları yapılmış, bunlardan Milne (1815) nüfus ve ölüm verisine dayanan yaş sınıflandırılması içeren en çok kabul gören ilk çalışmalardan olmuştur (Etikan, Abubakar ve Alkassim, 2017).

Türkiye için bir hayat tablosu çalışması ise ilk olarak 63 ilden iki yıllık ölüm verisi kullanarak 0-10 yaş aralığı için ölüm oranları hesaplayan Wiesler tarafından 1951 yılında yapılmıştır (Duransoy, 1993). Daha sonra ise Gürtan (1966), 1955 ve 1960 nüfus sayımlarından yararlanarak erkek ve kadın için özet hayat tabloları oluşturmuştur. Alpay (1969) ise Türkiye Nüfus Araştırması'ndan yararlanarak kent, kırsal ve toplam olmak üzere 3 ayrı hayat tablosunu Türkiye'de ilk defa doğum ve ölüm istatistikleri kullanarak oluşturmuştur. Oral (1969) Ankara ölüm istatistiklerini kullanarak yaşa özel ölüm olasılıklarını içeren hayat tablosu geliştirmiştir. Özsoy (1970), Ordu Yardımlaşma Kurumu için T.C. Emekli Sandığı'nın 1950-1957 yıllarına ait veriyi, Öcal (1974) ise 9 il için 1960 yılı nüfus sayımı verisini kullanarak bir hayat tablosu oluşturmuşlardır. Demirci (1987), Coale-Demeny ve Birleşmiş Milletler model hayat tabloları kullanarak Türkiye için bir hayat tablosu geliştirmiştir. Hancıoğlu (1991) ise bebek ve 5 yaş altı ölüm olasılıkları ile 20 yaş için beklenen yaşam süresi hesaplayarak erkek ve kadın için 1970-1975, 1975-1980, 1980-1985 yıllarına ait hayat tabloları üretmiştir. Duransoy (1993)

Devlet İstatistik Enstitüsü ölüm verisi kullanarak toplam, erkek ve kadın olmak üzere 3 ayrı tablo geliştirmiştir. Hoşgör (1997), 1985 ve 1990 nüfus sayımları verisini yardımıyla 10 yaş için beklenen yaşam süresini 7 bölge ve her şehir için Preston ve Bennet (1983) yöntemi kullanarak hesaplamıştır. Toros (2000) Myer'in harmanlanmış metodunu kullanarak 1990-2000 yılları arasında her yıl için hayat tabloları oluşturmuştur. Dinçer (1988) nüfus sayımı, il ve ilçelerdeki ölüm istatistiklerini kullanarak 1970-1986 yılları arası için Chiang, Reel-Merrel ve Gompertz teknikleri yardımıyla Eskişehir ve Türkiye geneli için hayat tabloları oluşturmuştur. Demirbüken (2001) ise Ankara cenaze kayıtlarını ilk defa kullanarak bir hayat tablosu oluşturmuştur (Kırkbeşoğlu, 2006).

Coşkun (2002), Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırmalarından 1993 ve 1998, Kırkbeşoğlu (2006) ise 1998 ve 2003, Eryurt ve Koç (2007) ise 2003 verisi yardımıyla yetimlik tekniği ile yetişkin ölümlüğüne ilişkin tahminler elde ederek hayat tabloları oluşturmuşlardır. 2010 yılında ise "Türkiye Hayat ve Hayat Anüite Tablolarının Oluşturulması" isimli proje ile Türk akademisyenler tarafından ülkemize ait veriler kullanılarak Türkiye Kadın-Erkek Hayat (TRH 2010), Türkiye Kadın-Erkek Sigortalı Hayat (TRSH 2010), Türkiye Kadın-Erkek Hayat Anüite (TRHA 2010) ve Sosyal Güvenlik Kurumu Kadın-Erkek Hayat (SGK 2008) tabloları oluşturulmuştur. Şirin ve Baştuğ (2011) Türkiye geneli ölüm verisi kullanarak bir hayat tablosu oluşturarak iş kazası ve mesleki hastalıklar için ödenen tazminat hesaplamaları yapmıştır. Özcan (2016), 1995 yılı Türkiye şehir nüfusu hayat tablosunun cinsiyetler ayrımında Brass Logit yöntemi kullanmıştır. Açıkalın (2016) ise Coale-Demeny model hayat tablosu yardımıyla 2010-2020 yılları arası Türkiye erkek nüfusuna ait hayat tablosu elde ederek bir hayat anüitesinin net tek primini hesaplamıştır.

Ölümlüğün yanında işten ayrılma, emeklilik gibi bileşenler için hazırlanan tablolar da bulunmaktadır. Tuzgöl, Sucu ve Hoşgör (2011) 2009 yılı Sosyal Güvenlik Kurumu verisi kullanarak bir çoklu artan azalan hayat tablosu oluşturmuş ve işten ayrılma olasılıkları ve aktif sigortalıların beklenen yaşam sürelerini hesaplamışlardır. Özgören ve Koç (2009), 1980 nüfus sayımı ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 1990-2000 iş gücü anketi verisinden yararlanarak, 15 yaş üzeri erkek çalışma hayat tablosu geliştirmişlerdir. Erkeklerin iş gücünde harcadıkları zamanı kent ve kırsal olarak incelemişlerdir. Ündemir, Özuysal ve Hoşgör (2011) ise Sosyal Güvenlik Kurumu verisinden faydalanarak 2007-2010 yılları için emeklilik veya toptan ödeme yoluyla ayrılanlar için bir çoklu azalan hayat tablosu oluşturmuşlardır.

Bunların yanında TÜİK 2013 yılından itibaren Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) ve Merkezi Nüfus İdaresi Sistemi'ni (MERNİS) very kaynağı olarak kullanarak yaşa özel ölüm hızları yardımıyla dönem hayat tabloları hazırlamaktadır. Bu tablolar 81 il düzeyinde Türkiye için tekli yaş hayat tablolarıdır ve içerdiği beklenen yaşam süreleri cinsiyete göre üç yılda

bir üretilmektedir (TÜİK, Erişim: 25.11.2020).

Buraya kadar anlatılan hayat tabloları çalışmaları statik, yani değişmeyen olasılıkları içerir ve yıllar itibariyle ölümlülükteki azalmayı göz önüne almamışlardır. Dinamik hayat tablosu yaş ve cinsiyetin yanında zaman boyutunu içermesiyle ölümlülük değişiminin gözlenmesine olanak sunar. Aktüeryal çalışmalarda özellikle uzun dönemli yapılarıyla hayat sigortası ve hayat anüitesi ürünlerinin fiyatlamalarında oldukça yararlı olmaktadır.

Zaman bileşenini hesaba katan ilk ve literatürde en çok kullanılan çalışma Lee ve Carter (1992) tarafından yapılmıştır. Lee-Carter modeli genellikle sütunda yaş satırda yıl değişkenini içeren matrisi girdi olarak kullanıp yine aynı şekilde bir tahmin matrisi veren bir modeldir. Model genel ölümlülük trendini yansıtan kt , bu düzeyin yaşlar itibari ile değişimini yansıtan bx ve beklenen ortalama yaşam süresini yansıtan ax parametrelerini içerir.

Bu çalışmadan sonra zaman boyutunu içeren birçok çalışma literatürde yer almıştır. Türkiye için yapılan bu çalışmalardan ilki Yıldırım (2010) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yıldırım, bu çalışmada Türkiye için ölümlülüğü Bulanıklaştırılmış Lee-Carter Yöntemi ile modellemiş ve klasik Lee-Carter yöntemi ile modellemeye göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Genç ve Gençtürk (2012) tarafından ise klasik Lee-Carter ile trend yöntemi karşılaştırılmıştır. Demircioğlu ve Büyükyazıcı (2013) ise Poisson Log-Bilineer yaklaşımıyla Lee-Carter yöntemini klasik Lee-Carter yöntemi ile karşılaştırmış ve daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Kul ve Sucu (2012) Lee-Carter ölümlülük modeli ve bu model için kuşak etkisini de dikkate alan 7 farklı ölümlülük modelini Türkiye ölümlülük verisine uygulamış ve bu modelleri artık yapısına göre karşılaştırmış, sonuç olarak; kuşak etkisinin önemli olduğu kanaatine varılmıştır.

Dinamik hayat tablosu çalışmaları 3 ayrı sınıfta toplanabilir (Debon, Montes, Sala, 2006).

1. Parametrik Modeller. Bu modeller ölümlülük ölçümlerini bir parametre yardımıyla yapar. Bunlar da iki farklı şekilde ortaya çıkabilir;
 - a. Zaman bileşeninin sadece parametreleri etkilediği yapısal modeller.
 - b. Zaman bileşenin modele t değişkeni olarak dâhil eden yapısal olmayan modeller.
2. Parametrik Olmayan Modeller. Bu modeller zaman ve yaş bileşenlerine dayanan genel düzeltme tekniklerini içeren modellerdir.
3. Azalma Faktörlerine Dayalı Modeller. Bu modeller de ölümlülüğün azalmasına dayalı modellerdir.

Türkiye için ise dinamik bir hayat tablosu çalışması ilk defa 2017 yılında “Türkiye Sigortalı ve Anüitant Hayat Tablolarının Oluşturulması ve

Projeksiyonlar' projesidir (Sucu, Büyükyazıcı, Gençtürk vd. 2017). Bu proje sonucunda elde edilen dinamik hayat tablosu, anüitant uzun ömürlülük riskini yansıtan yaşlara ve yıllara göre değişen hayatta kalma olasılıklarını içerir. Bu çalışmada da 0-100 yaş arası her yaş için 1920 yılından 2035 yılına kadar her yıla ait ölüm olasılıklarını içeren dinamik bir hayat tablosu elde edilmiştir. Klasik Lee-Carter yönteminden yararlanılarak hazırlanan bu tabloda sigorta şirketlerinden alınan verilen kullanılmıştır.

Bu çalışmada model hayat tablolarından yararlanılarak oluşturulan hayat tablolarına ilişkin olasılıklar yardımıyla bir ölümlülük yapısı oluşturularak, gelecek yıllara ilişkin ölüm olasılıkları tahmin edilmiş ve bütünsel bir dinamik hayat tablosu oluşturulmuştur. Bu tablonun avantajı Aktüeryal kullanımlarda gelecekte belirli bir yaşa sahip olacak bireyin ölüm olasılığı, gelecekteki ilgili yıla ait ölüm olasılığını kullanılır hale getirmektir.

YÖNTEM VE BULGULAR

Dinamik hayat tablosu gelecekteki ölümlülüğün değişimini yansıtmak açısından faydalıdır. Yaş ilerledikçe zamanın da ilerleyeceği ve ölümlük yapısının değişeceği gerçeği üzerinde durur ve yıllar itibariyle değişen ölüm olasılıklarından oluşur. Dinamik hayat tablosunun satırları yaşları, sütunları ise yılları ifade eder. Tablo 1 dinamik bir hayat tablosuna örnektir.

Tablo 1. Dinamik Hayat Tablosu Örneği

		Yıllar				
		<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	...	<i>n</i>
Yaşlar	<i>0</i>	$q_{0,0}$	$q_{0,1}$	$q_{0,2}$...	$q_{(0,n)}$
	<i>1</i>	$q_{1,0}$	$q_{1,1}$	$q_{1,2}$...	$q_{(1,n)}$
	<i>2</i>	$q_{2,0}$	$q_{2,1}$	$q_{2,2}$...	$q_{(2,n)}$

	<i>100+</i>	$q_{(100+,0)}$	$q_{(100+,1)}$	$q_{(100+,2)}$...	$q_{(100+,n)}$

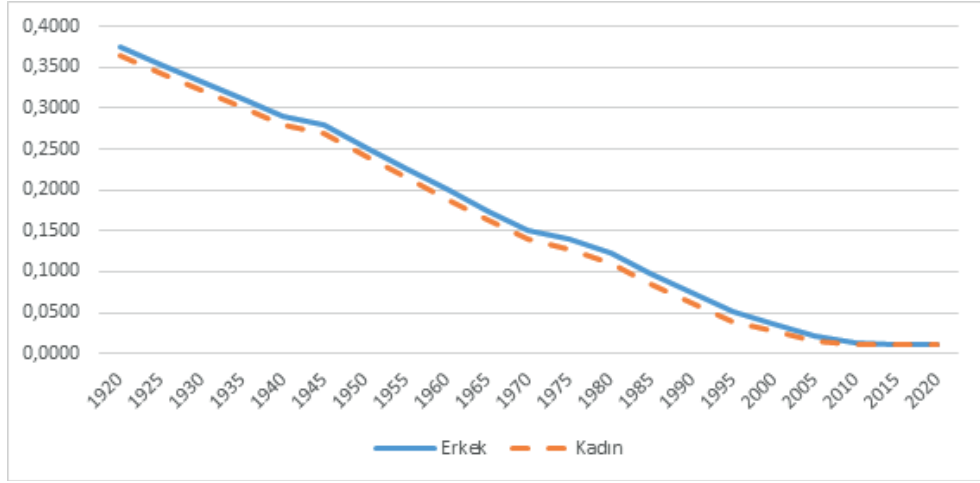
Tablo 1'in köşegen yapısı, ölümlülüğün zaman etkisi göz önüne alınarak hesaplamalar yapmaya imkân sağlar.

Hayat tablolarında 0 ile 1 yaş arası ölümler bebek ölümleri olarak adlandırılır. Bu çalışmada bebek ölüm olasılıkları oluşturulurken Shorter (1996) çalışmasından yararlanılmıştır. Shorter'ın bu çalışması 1967 ile 1987 yılları arasında nüfus sayımlarından elde edilen toplam bebek ölüm olasılıklarını içerir. 1995 yılından 2017 yılına kadarki dönem için ise bebek ölüm olasılıkları TÜİK ölüm istatistiklerinden alınmıştır. Daha sonraki dönemler ve diğer ara dönemleri tamamlamak üzere mevcut bebek ölüm

olasılıklarını temel alarak doğrusal regresyon yöntemi kullanılmıştır. Bebek ölüm hızlarının cinsiyet bazında hesaplanması için ise ayırma faktörü yöntemi (separation factor method) kullanılmıştır (Shryock ve Siegel, 1980).

Böylelikle kadın ve erkek için 1920 yılından 2020 yılına kadar her 5 yıl için o yıla ait bebek ölüm olasılıkları elde edilmiş ve bu olasılıklarının zaman içerisinde değişimi Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1. 1920-2020 Yılları Arası Bebek Ölüm Olasılıkları



Şekil 1’de 1920 ve 2020 yılları arasında bebek ölüm olasılıkları erkek ve kadın için gösterilmektedir. Bebek ölüm olasılıklarının iyileşen doğum yöntemleri, teknolojik gelişmeler, sağlık koşullarındaki iyileşme vb. süreçler yardımıyla zamanla düştüğü görülmektedir. Buna ek olarak kadın bebek ölüm olasılıklarının her yıl için de erkek bebek ölüm olasılıklarından daha düşük olduğu görülmektedir.

Elde edilmiş 5’er yıllık bebek ölüm olasılıkları (${}_{1}q_0$) kullanılarak Mortpak 4.3 (Birleşmiş Milletler, 1988) paket programının “match” fonksiyonu yardımıyla erkek ve kadın için hayat tabloları elde edilmiştir. Bu hayat tablolarını elde etmek için “Coale-Demeny Batı” model hayat tablosu seçilmiştir. Bu hayat tablosunun seçilmesindeki amaç Türkiye ölümlülük yapısının literatürde en iyi yansıtan hayat tablolarından biri olmasıdır (Yıldırım ve Sucu, 2013).

Mortpak 4.3 “match” fonksiyonu seçilen model hayat tablosundan kullanıcı tarafından ölümlülük yapısı girildiğinde, bu ölümlülük yapısına en uygun model hayat tablosu seviyesini Coale-Demeny regresyon eşitliklerini özinelemeli süreç kullanarak bulmaktadır. Bu eşitlikler sayesinde sadece

ölüm olasılığı, kaba ölüm hızı, yaşayan kişi sayısı ve beklenen yaşam süresinden biri “*match*” fonksiyonu ile hayat tablosuna dönüştürülmüş olur. 1920-2020 yılları arası için model hayat tablosu kullanılarak elde edilen erkek ve kadına ilişkin yılın başında yaşayan kişi sayısını gösteren fonksiyonu değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Yaşayan Kişi Sayısı

Yaş	Erkek						Kadın					
	Yıllar											
	1920	1940	1960	1980	2000	2020	1920	1940	1960	1980	2000	2020
0	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
1	62500	71020	79950	87740	96400	98900	63505	72050	81030	88860	97310	98990
5	48105	58701	70848	82578	95642	98763	46912	57942	70739	83072	96698	98792
15	43260	54147	67094	80049	94930	98562	41016	52404	66256	80204	96207	98619
25	37373	48395	62104	76335	93558	98104	34500	46002	60771	76340	95347	98310
35	30296	41253	55731	71519	91862	97568	27398	38674	54147	71396	94012	97812
45	22575	32964	47794	65056	89093	96575	20771	31350	46984	65572	91762	96909
55	14857	23778	37823	55540	82765	93472	14694	23956	38848	57907	87064	94780
65	7604	13855	25095	40895	68688	84388	7909	14739	27333	45446	76905	89680
75	2170	4939	11067	21232	43068	62735	2283	5506	13028	26159	54249	75222
85	154	552	1840	4668	12872	26526	161	657	2446	6779	19415	41649
95	1	8	48	174	669	2426	1	12	86	359	1398	7443
100+	0	0	3	13	57	277	0	1	7	36	147	1434

Tablo 2’ye göre erken yaşlardaki ölüm olasılığının yüksekliği değerlerinde ani düşümlere sebep olmuş, ilerleyen yıllardaki tablolarda ölüm olasılığının azalması ile bu düşüş de azalmıştır. Genel olarak ise kadınların ölüm olasılıklarının erkeklere göre daha düşük olması nedeniyle yıllar itibariyle yaşayan kişi sayısının daha fazla olduğu gözlemlenebilmektedir.

Bu aşamada elde edilen hayat tabloları 0-1 yaş aralığının dışında 5’er yıllık yaşlara ilişkin bilgi veren hayat tablolarıdır. Yıllık ödemeleri olan bir anüite veya sigorta ürününün net primini hesaplarken yıllık yaşam veya ölüm olasılıklarına ihtiyaç duyulur. Bu nedenle bu yaş gruplarının tekli yaşlara indirgenmesi gerekir. Mortpak 4.3 paket programının “*unabr*” fonksiyonu yardımıyla istenen tekli yaş ölüm olasılıkları elde edilmiştir.

Mortpak 4.3 “*unabr*” fonksiyonu özet hayat tablolarını tam hayat tablolarına dönüştürmede yani tekli yaşlar için ölüm olasılıklarını elde etmede kullanılır. Yaş gruplarındaki ölüm olasılıkları, Heligman and Pollard’ın

ölümlülük modelindeki 8 parametre en küçük kareler yöntemi yardımıyla tahmin edilerek, tekli yaş ölüm olasılıkları oluşturulur (Heligman ve Pollard, 1980).

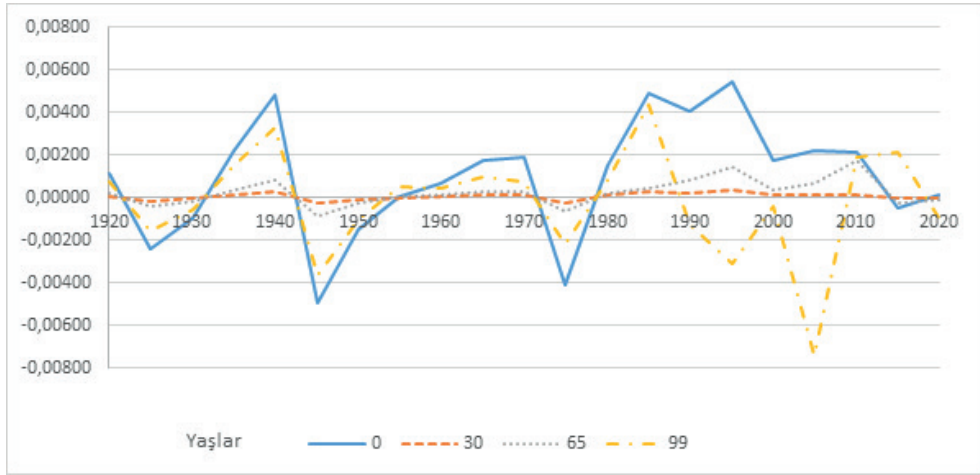
Tüm bu işlemlerle birlikte 1920-2020 yılları arasında 5'er yıllık aralıklarla 0'dan 100 yaşına kadar her yaş için ölüm olasılıkları modellemeye hazır hale getirilmiştir. Buradan sonraki amaç 1920'den 2020'ye tekli yıllar için ölüm olasılıkları elde etmek ve 2020 yılından sonra 15 yıllık bir tahmin yapmaktır. Özellikle doğrusal olmayan bir yapı sergileyen bir veriden öngörü yapmak birçok hata barındırır. Tahmin edilecek sürenin artması hatayı da arttıracaktır. Detaylı birçok model çalışılan literatürden yola çıkarak kısa süreli bir tahmin yapmak daha doğru sonuçlar bulunmasına yardımcı olacaktır. Bu nedenle 2020 yılından sonraki 15 yıl için tahminde bulunulmuş, anüite hesaplamak için gerekli olan ileriki yıllarda ise ölüm olasılıkları 2035 yılı için geçerli olan ölüm olasılıkları olarak kabul edilmiştir. Bu aşamada MatLab R2016a programı kullanılarak her yaş için verinin yapısını en uygun yansıtan polinomik dağılımdan parametreler elde edilmiş ve tekli yaşlardaki ölüm olasılıkları tahmin edilmiştir. Burada verinin modele en iyi uyum gösterdiği dönemler 1920-1980 ve 1980-2020 olarak iki parçaya ayrılmış ve modelleme yapılmıştır. Bu sayede en az hata ile ara yılların tahmini gerçekleştirilmiştir. Gerekli çalışma yapılarak veriye en uygun polinomik fonksiyonun 5. dereceden olduğu bulunmuştur. Polinomik fonksiyon;

$$y = Ax^5 + Bx^4 + Cx^3 + Dx^2 + Ex + F$$

ile ifade edilir. 5'er yıl aralıklar için elde edilen polinomik fonksiyon eğrisi yardımıyla hesaplanan parametreler kullanılarak tekli yıllara ilişkin ölüm olasılıkları elde edilmiştir. 2020 yılı sonrası için ise veriyi en iyi yansıtan üs fonksiyonu kullanılmıştır. Üs fonksiyonu:

$$y = A + Bx^C$$

ile ifade edilir. 2020 yılından sonra üs fonksiyon yardımıyla gelecek 15 yıl için değerler tahmin edilmiştir. Uygunluğu yansıtmak amacıyla da 1920-2020 yılları arasında hayat tablolarındaki değerler ile tahmin değerler arasındaki farklar gösterilmiştir.

Şekil 2. Erkek Hayat Tablosu ve Tahmin Değerler Arasındaki Farklar

Şekil 2’de 0, 30, 65 ve 99 yaşları için polinomik fonksiyon yardımıyla elde edilen tahmin değerleriyle erkek hayat tablolarındaki değerler arasındaki farklar gösterilmiştir. Belirlenen yaşlar itibariyle farkların pozitif yönde en çok 0.006 negatif yönde ise en çok 0.008 olduğu görülmüştür. Doğrusal bir yöntem olan polinomik fonksiyon ile modellemede sapmaların verinin uç kısımlarında olacağı kuşkusuzdur. Farklar orta yaşlarda çok daha az iken, uç yaşlarda daha çok olduğu görülse bile bu farkların binde 8 ile iyi bir tahmin olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 3. Kadın Hayat Tablosu ve Tahmin Değerler Arasındaki Farklar

Şekil 3’te 0, 30, 65 ve 99 yaşları için polinomik fonksiyon yardımıyla elde edilen tahmin değerleriyle kadın hayat tablolarındaki değerler arasındaki

farklar gösterilmiştir. Belirlenen yaşlar itibariyle farkların pozitif yönde en çok 0.007 negatif yönde ise en çok 0.008 olduğu görülmüştür. Kadınların tahmininin erkeklerin tahminine göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Tablo 3'te farkların ortalama ve standart sapmaları verilmiştir.

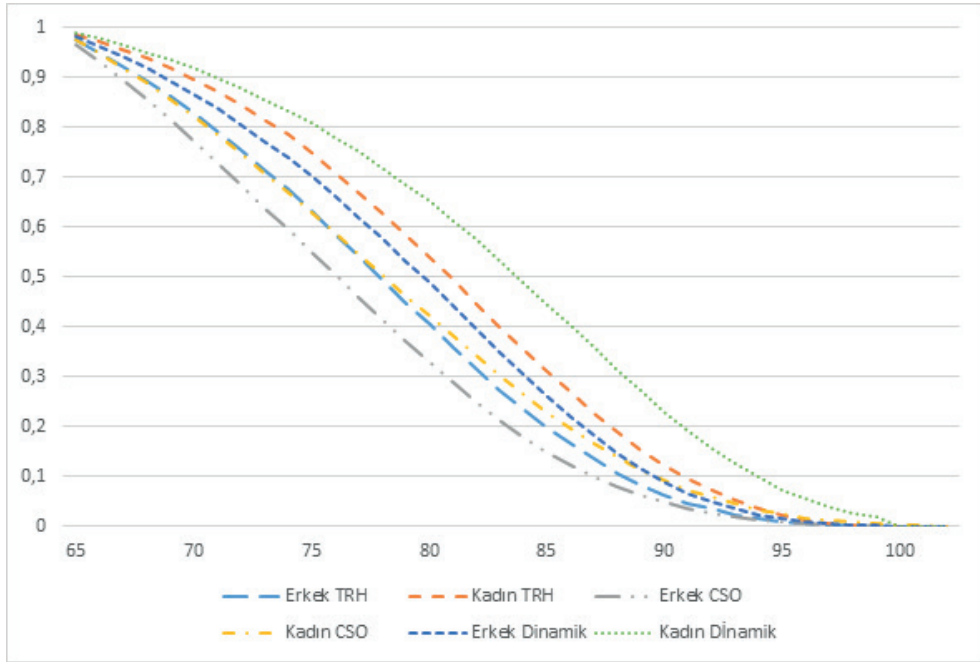
Tablo 3. Farkların Ortalama ve Standart Sapmaları

Cinsiyet	Erkek				Kadın			
	0	30	65	99	0	30	65	99
Ortalama	0.0009556	0.0000542	0.0002393	-0.0002313	0.0000013	0.0000001	-0.0000046	-0.0000353
Std. Sp.	0.0027636	0.0001671	0.0006308	0.0025798	0.0021698	0.0001341	0.0005122	0.0032695

Tablo 3'e göre kadınlar için yapılan tahminlerde gerçek değerlere göre farkların ortalamasının erkeklere göre 0'a daha yakın olduğu yani gerçeğe erkeklere göre daha yakın değerler elde edildiği görülmektedir. Bu farkların standart sapmalarının 0,30,65 yaşlarında erkeklere göre daha düşük, (99) yaş için ise erkeklere göre daha fazla olduğu görülmektedir.

Yaşa özel ölüm olasılıklarının her yıl için değişmesi, ölüm olasılıklarının dinamik bir yapı sergilediğini gösterir. Bu olasılıklarının yıllar itibariyle azalması da beklenen gelecek yaşam süresindeki artışı yansıtır. Şekil 4'te CSO-1958, TRH-2010 ve bu çalışmada elde edilen dinamik hayat tablosundaki olasılıklar kullanılarak 65 yaşında bir erkek ve bir kadının ilgili yaşlara ulaşma olasılığının değişimi gösterilmiştir.

Şekil 4. Birikimli Hayatta Kalma Olasılıkları



Bir hayat tablosu kullanılarak herhangi bir yaştan itibaren istenilen yaşa ulaşma olasılığı yukarıdaki grafikte görüleceği gibi hesaplanabilir. 65 yaşının ülkemizde emekliliğe konu olması ve emeklilik ödemelerinin de bir hayat anüitesi çeşidi olması sebebiyle grafik 65 yaşı için düzenlenmiştir. Şekil 4'e göre dinamik tablo ile hesaplanan hayatta kalma olasılıklarının kadın ve erkek için diğer tablolarla hesaplanan hayatta kalma olasılıklarının üzerinde seyrettiği görülmektedir. Yıllara göre de hayatta kalma olasılıkları dikkate alınarak oluşturulan dinamik hayat tablosunda ileri yaşlara ulaşma olasılığının diğer tablolara göre daha yüksek olduğu yani yıllar geçtikçe yaşam süresinin arttığı görülmektedir. Bu grafiğe göre hayatta kalma olasılıklarının en düşük seyrettiği tablo ise 1958-CSO tablolarıdır.

HAYAT ANÜİTESİ NET TEK PRİMİ

Ödemelerin yaşam koşuluna bağlı olarak ölüm yılının sonuna kadar yapıldığı bir ödeme dizisinin bugünkü değerine tam hayat anüitesinin net tek primi denir. Ölüm yılının sonuna kadar ödeme alabilmek için ödemeyi yapacak kuruluşa şu an tek seferde verilecek sadece riski karşılayan miktar olarak düşünülebilir. Her yıl ve yaşa göre değişen hayatta kalma olasılıkları ve değişen getiri oranları kullanılarak bir tam hayat anüitesinin net tek primi şu formül yardımıyla hesaplanır:

$$a_x = \frac{{}_1P_x}{(1+i)} + \frac{{}_1P_x \cdot {}_1P_{x+1}}{(1+i)^2} + \dots + \frac{{}_1P_x \cdot {}_1P_{x+1} \cdot \dots \cdot {}_1P_{\omega-1}}{(1+i)^{\omega-x}}$$

Yukarıdaki eşitlik bir bireye ölene kadar yaşadığı her yılın sonunda 1 birim ödenen bir ödeme dizisinin bugünkü değerini ifade eder. Bu, bir sigorta şirketinden yaşanılan süre boyunca her yılın sonunda 1 birim ödeme alabilmek için şu an sigorta şirketine ödenmesi gereken parasal ifadeyi gösterir. Burada i getiri oranını, ise hayat tablosundaki son yaş ifade eder.

İlk olarak 2020 yılında belirli yaşlardaki bir erkek ve bir kadın için tam hayat anüitesinin net tek primleri modelleme ile oluşturulan dinamik hayat tablosu, 1958 CSO ve TRH 2010 hayat tabloları yardımıyla hesaplanmış ve Tablo 4'te sonuçlar gösterilmiştir. 2013 yılından başlayarak Türkiye İstatistik Kurumu, deneysel veri yardımı ile hayat tabloları oluşturmaktadır. TÜİK'in son zamanlarda hazırladığı tablolar nispeten son yıllardaki ölümlülük düzeyini yansıtsa da bu tablolar da statik ölüm oranlarını içerir ve gelecekteki ölüm yapısını yansıtmayacaklardır. Fakat bu çalışmada bir anüite hesaplaması yapılacağı için hali hazırda Türk sigorta sektörünün sıklıkla kullandığı iki tablo seçildikten sonra hesaplamalar oluşturulan yeni dinamik hayat tablosu ile karşılaştırılmıştır. Anüitenin net tek primi hesaplanırken kullanılan getiri oranının sabit olması özellikle uzun dönem içeren anüite ürünleri için gerçekçi bir yaklaşımdan uzaktır. Fakat bu çalışmada tam hayat anüitesinin net tek primine sadece uzun ömürlülüğten kaynaklanan etkiyi görmek amacıyla tüm dönemler boyunca getiri oranı sabit ve %1, %2.5 ve %3 olarak alınarak karşılaştırılmıştır.

Tablo 4. Net Tek Primlerin Karşılaştırılması

	Yaş	i=0.01			i=0.025			i=0.03		
		Dinamik HT	TRH-2010	1958-CSO	Dinamik HT	TRH-2010	1958-CSO	Dinamik HT	TRH-2010	1958-CSO
Erkek	25	40.1715	37.9399	35.3787	28.5227	27.3602	25.9263	25.3157	24.8248	23.6297
	35	34.1111	31.8106	29.3618	25.4228	24.1108	22.5891	23.3157	22.1714	20.8620
	45	27.4940	25.2014	22.9802	21.5346	20.1001	18.5702	20.0858	18.7499	17.3908
	55	20.5866	18.5293	16.7194	16.9167	15.5421	14.1718	16.0945	14.7125	13.4586
	65	13.8475	12.3559	11.1039	11.8870	10.8688	9.8344	11.5647	10.4366	9.4637
	85	3.8499	3.6167	3.5678	3.6078	3.4298	3.3813	3.5775	3.3713	3.3230
Kadın	25	42.7180	40.8524	37.0729	29.6761	28.2456	26.7836	26.6632	26.0244	24.3196
	35	36.9155	34.8116	31.2237	26.8921	25.8365	23.6704	24.5055	23.6179	21.7720
	45	30.5549	28.2727	24.9030	23.3933	22.0998	19.8305	21.6512	20.4939	18.4929
	55	23.7612	21.4421	18.5545	19.1064	17.6683	15.5079	18.0147	16.6356	14.6664
	65	16.8606	14.5778	12.6867	14.1686	12.6475	11.0956	13.6765	12.0930	10.6366
	85	5.4445	4.2516	4.3599	4.8719	4.0119	4.0097	4.9710	3.9373	4.0165

Tablo 4'te görüldüğü gibi uzun ömürlülük etkisi altında hesaplanan net tek primlerin yıllar itibari ile değişmeyen olasılıkları içeren 1958-CS0 ve TRH-2010 hayat tabloları ile hesaplanan net tek primlerden yüksektir. Bu farkların erken yaşta daha yüksek olması da daha fazla yaşam süresi olmasından kaynaklanır. Getiri oranının artmasıyla anüitelerin net tek priminin azalması kaçınılmazdır. Kadınların her hayat tablosunda erkeklerden daha yüksek hayatta kalma olasılıklarına sahip olması da net tek primlerinin daha yüksek olması ile sonuçlanır. Bu tabloda rakamsal değerlerden ziyade dinamik hayat tablosu kullanılarak ortaya çıkan sonuçların zaman boyutunu içermeyen diğer hayat tabloları kullanılarak ortaya çıkan sonuçlardan daha yüksek olması önem taşımaktadır. Bu sonuç Türkiye için hesaplanan oluşturulan dinamik hayat tablosunun uzun ömürlülüğü yansıttığının göstergesidir. Burada ortaya çıkan değerler tek bir erkek ve kadın için 1 birimlik ödeme için hesaplanmıştır. Ödemelerin ve ödeme yapılacak bireylerin sayısının büyüklüğü hesaba katıldığında farkın çok önemli boyutlara geleceği düşünülmelidir.

Daha sonra da yıllar içinde uzun ömürlülüğün tam hayat anüitesinin değerindeki değişimi yansıtmaya adına belirtilen yıllarda 65 yaşında bir erkek ve bir kadın için dinamik hayat tablosu ve $=\%2.5$ getiri oranı kullanılarak tam hayat anüitesinin net tek primi hesaplanmış ve Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Yıllar İtibariyle Net Tek Primin Değişimi

	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2030	2035
Erkek	8.5811	9.0593	9.7956	10.8776	11.7342	11.8870	12.0503	12.0760
Kadın	9.3404	10.1117	11.4307	13.1095	13.9831	14.1686	14.3543	14.3783

Tablo 5'te zaman ilerledikçe 65 yaşındaki bir bireyin yaşam durumunda her yılın sonunda alacağı 1 birimlik ödemenin bugünkü değerinin arttığı görülmektedir. Kadınların erkeklere göre hayatta kalma olasılıklarının daha yüksek olması, anüitenin net tek priminin erkeklerinkine göre daha yüksek olmasına sebep olmuştur. Sonuçlara göre yıllar geçtikçe beklenen yaşam süresindeki artış, anüitenin de maliyetini arttırmıştır.

SONUÇ

Bu çalışmada bebek ölüm olasılıklarından yararlanarak model hayat tablosu yardımıyla önce özet hayat tabloları daha sonra ise Heligmann-Pollard (1980) ölümlülük modeli kullanılarak tam hayat tabloları oluşturulmuştur. Bu hayat tablolarından da en uygun polinomik fonksiyon yardımıyla arada kalan yıllar için ölüm olasılıkları elde edilmiştir. Her yıl ve yaş için değişen olasılıklar beklenen yaşam süresinin artışını ortaya koymuş, gelecek yaşlar için yapılacak her bir hesaplamada yıl etkisini de ortaya koyan dinamik bir

hayat tablosu ortaya çıkarılmıştır.

Bir tam hayat anüitesi satın alınarak, bireyler gelecekte finansal durumlarının zorlaşma riskine karşı önlem almış olurlar. Bu çalışmada uzun ömürlülük etkisiyle hazırlanan dinamik hayat tablosu ve yıl değişkenini göz önüne almayan 1958 CSO ve TRH 2010 hayat tablolarıyla 65 yaşında bir erkek ve 65 yaşında bir kadın için hesaplanan tam hayat anüitesinin net tek primleri karşılaştırılmıştır. Tam hayat anüitesinin net tek priminin de ilerleyen yıllarda arttığını göstermek adına belirli bir yaşta belirli tarihlerdeki tam hayat anüitesinin net tek primleri hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre, her geçen yıl uzun ömürlülüğün etkisiyle tam hayat anüitesinin değerinin arttığı görülmektedir. Bu sonuçlar ışığında bu çalışma sigorta şirketleri ve sosyal güvenlik sağlayıcılarının daha gerçekçi hesaplamalar yapmasına katkıda bulunacaktır.

Diğer yandan bu çalışma eldeki bir kısım deneysel verilerden model hayat tablosu yardımıyla 1920 yılından itibaren hayat tabloları elde etmemizi sağlayarak Türkiye için bir ölümlülük yapısı ortaya koymuştur. Model hayat tablosu ne kadar Türkiye ölümlülük yapısını iyi yansıtsa da tam anlamıyla Türkiye ölümlülüğünü açıklayamayacaktır. Model hayat tablosundan elde edilen gruplandırılmış yaşlara ilişkin ölüm olasılıklarından tekli yaşlara geçişte Heligman-Pollard (1980) ölümlülük yapısı varsayımı kullanılmıştır. Heligman-Pollard (1980) ölümlülük modelinin en çok eleştirilen yönü de tablonun son yaşlarına doğru iyi bir sonuç verememesidir. Diğer yandan son yaşanan yaşın 100 olarak hesaplandığı bu tabloda her ne kadar uzun ömürlülük riski yansıtılsa da 100 yaşından sonra yaşam olmayacağını varsaymak da hesaplamaları olumsuz etkileyecektir. Bu varsayımlar ışığında özellikle sigorta şirketleri ve sosyal güvenlik sağlayıcılarının ihtiyaç duyduğu gelecek yaşam ve ölüm olasılıkları gerçeğe yakın bir şekilde tahmin edilmiştir. Bu bakımdan ihtiyaç duyulan olasılıklar elde edilse de bu hayat tabloları tüm nüfusun ölümlülük yapısını açıklamaktadır. O yüzden hayat anüitesi hesaplamalarında anüitant ölüm olasılıklarını kullanmak daha gerçekçi olacaktır. İlerleyen çalışmalarda anüitant ölümlülük verisinin elde edilmesi durumunda bu çalışma geliştirilebilecektir.

KAYNAKÇA

- Açıkalin, S. (2016). *Türkiye 2010-2020 Yılları Arası Erkek Hayat ve Hayat Annüite Tablolarının Hazırlanması ve Net Tek Prime Geçiş*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Alpay, A. (1969). Abridged Life Tables for Selected Regions and Cities of Turkey, *Turkish Demography: Proceedings of a Conference*. 83-108.
- Birleşmiş Milletler (1988). MortPak-Lite The United Nations Software Package for Mortality Measurement. *Population Studies* No: 104, New York.
- Cairns, A. J., Dowd, K., Blake, D. & Coughlan, G. D. (2014). Longevity hedge

- effectiveness: A decomposition. *Quantitative Finance*, 14(2), 217-235.
- Carter, L. R., & Lee, R. D. (1992). Modeling and Forecasting US Sex Differentials in Mortality. *International Journal of Forecasting*, 8(3), 393-411.
- Coale, A. J., Demeny, P. & Vaughan, B. (2013). *Regional Model Life Tables and Stable Populations: Studies in Population*. Elsevier.
- Coşkun, Y. (2002). *Estimation of Adult Mortality by Using the Orphanhood Method from the 1993 and 1998 Turkish Demographic and Health Surveys*, Unpublished MA Thesis, HUIPS, Ankara.
- Debón, A., Montes, F., & Sala, R. (2006). A Comparison of Nonparametric Methods in The Graduation of Mortality: Application to Data from The Valencia Region (Spain). *International Statistical Review*, 74(2), 215-233.
- Demirbüken, D. (2001). *An Evaluation of Burial Records of Ankara City Cemeteries*, Unpublished Master Thesis, Hacettepe University Institute of Population Studies, Ankara.
- Demirci, M. (1987). Türkiye'nin Ölümlülük Yaş Yapısına Model Yaşam Tablolarından En Uygun Kalıbın Seçimi. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, HÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*.
- Demircioğlu, S. ve Büyükyazıcı, M. (2013). Poisson Log-Bilineer Yaklaşımıyla Lee-Carter Modellemesi ve Türkiye Uygulaması. **İstatistikçiler Dergisi**, 6, 14-40.
- Dinçer, S. (1988). *Eskişehir ve Türkiye'de 1970-1986 Yılları Yaşam Ümidi Değişiminin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Bilim Uzmanlığı Tezi, Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Duransoy, M.L. (1993). *Türk Mortalite Tablosu (1980-1990)*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Mimar Sinan Üniversitesi, İstanbul.
- Eryurt, M. A. (2010). *Internal Migration and Fertility in Turkey: An Event History Analysis*. Unpublished PhD Thesis, Hacettepe University Institute of Population Studies, Ankara.
- Eryurt, M.A. ve Koç, İ. (2007). Türkiye için Hayat Tablolarının Yetimlik Tekniği ile Oluşturulması. *Nüfusbilim Dergisi*, 28-29, 47-60.
- Etikan I., Abubakar S. & Alkassim R. (2017). A Review of Life Table Construction. *Biometrics & Biostatistics International Journal*, 5(3). 00132. doi: 10.15406/bbij.2017.05.00132
- Gençtürk Y. ve Genç T. (2012). Türkiye İl-İlçe Merkezlerindeki Ölüm Oranlarının Trend ve Lee-Carter Yöntemleri ile Tahmini. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi – B*, 2 (1), 63-74.
- Gürtan, K. (1966). Türkiye'de Nüfus Problemi ve İktisadi Kalkınma ile İlgisi. İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi, 1(66).
- Hancıoğlu, A. (1991). *Estimation of Levels and Trends in Mortality from Information on the Survival Status of a Close Relative: Turkey 1970-1985*. Unpublished Doctoral Dissertation, Hacettepe University Institute of Population Studies, Ankara.
- Heligman, L. & Pollard, J. H. (1980). The age pattern of mortality. *Journal of the Institute of Actuaries*, 107(1), 49-80.
- Hoşgör, Ş. (1997). *Estimation of Post-Childhood Life Tables of Provinces and Regions in Turkey, by Using Age and Sex Distributions and Intercensal Growth Rates (1985-1990)*. Unpublished Doctoral Dissertation, Hacettepe University Institute of Population Studies, Ankara.

- Jones, G. (2013). Longevity risk and reinsurance. *Society of Actuaries Reinsurance News*, 76.
- Kırkbeşoğlu, E. (2006), *Construction of Mortality Tables for Life Insurance Sector from the 2003 Turkey Demographic and Health Survey*. Ankara, Unpublished Doctoral Dissertation, Hacettepe University Institute of Population Studies, Ankara.
- Kul, F. ve Sucu, M. (2012). Türkiye Nüfusu İçin Stokastik Ölümlülük Modelleri. *Nüfusbilim Dergisi*, 34(1), 31-50.
- Lee R.D. & Carter, L. R. (1992). Modelling and forecasting U.S. mortality. *Journal of the American Statistical Association*, 87 (419), 659-671. doi: <https://doi.org/10.2307/2290201>
- M. Sucu, M. Büyükyazıcı, Y. Gençtürk, vd. (2017). *Türkiye Sigortalı ve Anüitant Hayat Tablolarının Oluşturulması ve Projeksiyonları*, T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, Ankara.
- Milne, J. (1815). *A Treatise on the Valuation of Annuities and Assurances on Lives and Survivorships: On the Construction of Tables of Mortality and on the Probabilities and Expectations of Life*, 2. Longman, Hurst, Rees, Orme, and Brown.
- Murray, C. J., Ahmad, O. B., Lopez, A. D., Salomon, J. A., & World Health Organization. (2000). WHO system of model life tables.
- Oral, A. (1969). Techniques for Mortality Estimation in Turkey, in F.C.Shorter and B.Güvenç (eds), *Turkish Demography: Proceeding of a Conference*, Hacettepe University Institute of Population Studies, pp:109-131.
- Öcal, M. (1974). *Türkiye Ölüm Oranları Tablosu (1960/1961)*, İstanbul.
- Özcan, D. (2016). *1995 Yılı Türkiye Şehir Nüfusu Hayat Tablosunun Cinsiyetler Ayrımında Brass Logit Hayat Tablosu Yöntemi ile Hesaplanması*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özgören, A. & Koç, İ. (2009). An Application of Working Life Tables for Males in Turkey: 1980-2000. *Turkish Journal of Population Studies*, 30-31.
- Özsoy, A. (1970). *Türkiye için Ölüm Tabloları*, Ordu Yardımlaşma Kurumu Yayınları, Ankara.
- Pitacco, E., Denuit, M., Haberman, S., and Olivieri, A. (2009). *Modelling longevity dynamics for pensions and annuity business*. Oxford University Press.
- Preston, S. H. & Bennett, N. G. (1983). A Census-Based Method for Estimating Adult Mortality. *Population Studies*, 37(1), 91-104.
- Shorter, F. (1996). *Türkiye Nüfusu, 1923-1994: Demografik Yapı ve Gelişim*, TÜİK Yayınları, Yayın no: 1716, Ankara.
- Shryock, H. S. & Siegel, J. S. (1980). *The Methods and Materials of Demography*. US Bureau of Census Population Division, New York.
- Şirin, İ. ve Baştuğ, B. (2011). Ulusal Ölüm İstatistiklerine Göre Türkiye Yaşam Tablosu Tasarımı ve Peşin Sermaye Değeri Hesapları İçin Bir Uygulama. *Sosyal Güvençe*, (1), 82-101.
- Toros, A. (2000). Life Tables for the Last Decade of XX. Century in Turkey, *The Turkish Journal of Population Studies*, 22, 57-110.
- TÜİK, Erişim tarihi: 25.11.2020. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1>
- Tuzgöl, H., Sucu, M. ve Hoşgör, Ş. (2011). Çoklu Artan-Azalan Hayat Tablosu ve Türkiye Sosyal Güvenlik Sistemine Bir Uygulaması. *Nüfusbilim Dergisi*, 32(1),

31-44.

- Ündemir, Y. G., Özuysal, H. ve Hoşgör, Ş. (2011). Sosyal Güvenliğe Kayıtlı 4/1-A Bendi Kapsamındaki Zorunlu Sigortalılara İlişkin Çoklu Azalan Hayat Tabloları. *Nüfusbilim Dergisi*, 32(1), 83-102.
- Yamaç, S. (2006). *Yatırım ve Ölümlülük Riskleri Açısından Annüite Ürünleri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım F. (2010). *Türkiye Ölümlülük Yapısının Lee-Carter ve Bulanık Lee-Carter İle Modellenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, F. ve Sucu, M. (2013). Türkiye Ölümlülüğünün Lee-Carter ile Modellenmesi. *Nüfusbilim Dergisi*, 35(1), 19-30