

**TÜRKİYE'DE İLERİ YAŞ ÖLÜMLÜLÜK  
MODELLEMESİ**

**OLD AGE MORTALITY MODELING IN TÜRKİYE**

**İREMSU MENEKŞE**

**DR. ÖĞR. ÜYESİ MURAT BÜYÜKYAZICI**

**Tez Danışmanı**

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Aktüerya Bilimleri Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

# ÖZET

## TÜRKİYE’DE İLERİ YAŞ ÖLÜMLÜLÜK MODELLEMESİ

İremsu MENEKŞE

Yüksek Lisans, Aktüerya Bilimleri Bölümü

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Murat BÜYÜKYAZICI

Temmuz 2024, 57 sayfa

Beklenen yaşam süresinin artması ve doğurganlık hızının azalması dünya genelinde yaşlı nüfus oranının gün geçtikçe artmasına sebep olmaktadır. Toplumda yaşlı nüfusun artması pek çok sosyo-ekonomik sorunlara yol açmaktadır. Çalışabilir nüfusun gün geçtikçe azalması, bakıma muhtaç ve emekli olan nüfusun çoğalması sosyal güvenlik sistemini, üretimi, emeklilik ve hayat sigortası şirketlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Toplumdaki ileri yaş nüfusunun artması ekonomik ve sosyal politikalarda düzenlemeler gerektirmektedir. Bu nedenle ileri yaş nüfusunun incelenmesi ve modellenmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışmada Türkiye’de ileri yaş ölümlülüğünün Gompertz, Makeham Gompertz, Perks, Weibull, Beards ve Kannisto ölümlülük modelleri içinden en uygun ve en kullanışlı ile modellenmesi yapılacaktır. En uygun bulunan yöntem ile ölüm hızları 80-98 yaşları arası pürüzsüzleştirme (smoothing), 98 yaşından 120 yaşına kadar uzatılıp, elde edilen ölüm hızlarıyla 2009-2022 yılları için hayat tabloları oluşturulacaktır. Lee carter yöntemi ile ölüm hızları 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 ve 2050 yılları için tahmin edilecek ve bu tahminlere göre oluşturulacak hayat tabloları ile gelecekte beklenen yaşam süreleri hesaplanacaktır.

Çalışmamızda Kannisto modeli Türkiye ölüm hızları için en uygun model olarak seçilmiştir. Kannisto modeli yardımıyla ölüm hızları 80-98 yaş için pürüzsüzleştirilip, 99-120 yaşları için uzatma işlemi yapılmıştır. Elde edilen ölüm hızlarıyla 2009-2022 yılları hayat tabloları hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar yapıldıktan sonra 2025-2050 yıllarındaki ölüm hızları için Lee Carter yöntemi kullanılarak tahminde bulunulmuştur ve ölüm hızlarının yıllar içinde azalacağı, beklenen yaşam sürelerinin ise yıllar içinde artacağı öngörülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Ölümlülük, Ölüm Modelleri, Hayat Tabloları, Ölüm Hızı, Kannisto Modeli

# **ABSTRACT**

## **OLD AGE MORTALITY MODELING IN TÜRKİYE**

**İremsu MENEKŞE**

**Master of Science, Department of Actuarial Science**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Murat BÜYÜKYAZICI**

**July 2024, 57 pages**

The increase in life expectancy and the decrease in the fertility rate cause the proportion of the elderly population to increase day by day throughout the world. The increase in the elderly population in society causes many socio-economic problems. The decrease in the working population and the increase in the number of people in need of care and retired people negatively affect the social security system, production, pension and life insurance companies. This situation requires adjustments in economic and social policies. Therefore, examining and modeling the older age population is important.

In this study, old age mortality in Türkiye will be modeled with the most appropriate and useful model among the Gompertz, Makeham Gompertz, Perks, Weibull, Beards and Kannisto mortality models. With the most appropriate method, death rates will be smoothing between the ages of 80-98, extended from the age of 98 to 120 years and life tables will be calculated for the years 2009-2022 with the new calculated death rates. With the help of the Lee Carter method, death rates will be estimated for the years 2025,

2030, 2035, 2040, 2045 ve 2050 and life expectancy will be calculated with these estimates.

In this study, the Kannisto model was found to be the most appropriate model for Türkiye's death rates. With the Kannisto model, death rates were smoothed for ages 80-98 and extended for ages 99-120. Life tables for the years 2009-2022 were calculated with the death rates obtained. After these calculations were made, predictions were made for the death rates in 2025-2050 using the Lee Carter method, and it was predicted that the death rates would decrease over the years and life expectancy would increase over the years.

**Keywords:** Mortality, Mortality Models, Life Tables, Death Rate, Kannisto Model

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleőtirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaőan, kendisine ne zaman danıősam bana değerli zamanını ayıran, tez çalıőmamın yönlendirilmesi ve sonuçlandırılmasında bilgi ve deneyimiyle büyük emeği geçen değerli danıőman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Murat BÜYÜKYAZICI' ya,

nerileri için tez jüri yelerim Sayın Prof. Dr. İsmet KOÇ ve Prof. Dr. Canan HAMURKAROğLU'na

Çalıőmamda konu, kaynak ve yöntem açısından bana yardımda bulunarak yol gösteren değerli Arő. Gör. zer BAKAR' a

Bu tezin tamamlanmasında 123R017 numaralı "Türkiye için Uluslararası lmllk Veri Tabanının Oluşturulması ve Sürdürülebilirliğin Sağlanması ve ncelik Alanlarının Belirlenmesi" proje ile maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a

Hayatım boyunca bana destek olan, önceliklerini her zaman benim nceliklerime göre belirleyen anneme ve babama

Sonsuz Teőekkürler...

# İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖLÜMLÜLÜK MODELELERİ.....	7
2.1. Hayatta Kalma Eğrileri .....	7
2.2. Ölüm Hızındaki Yaşa Bağlı Değişim .....	7
2.3. Ölüm Modelleri .....	9
2.3.1. Gompertz Modeli .....	11
2.3.2. Makeham Gompertz Modeli .....	11
2.3.3. Perks Modeli.....	11
2.3.4. Beard Modeli .....	12
2.3.5. Kannisto Modeli .....	12
2.3.6. Weibull Modeli .....	13
3. YÖNTEM .....	14
3.1. Bilinmeyen Ölüm Sayılarını Dağıtma .....	14
3.2. Merkezi Ölüm Hızı Hesaplama .....	15
3.3. Anlık Ölüm Hızı .....	15
3.4. İleri Yaş Başlangıcı için Uygun Yaş Seçimi.....	15
3.5. Parametre Tahmini.....	16
3.6. Model Seçim Ölçütleri .....	17
3.6.1 Akaike Bilgi Ölçütü (AIC) .....	17

3.6.3. Artık Kareler Toplamı (SSE).....	17
3.7. Hayat Tablosu Oluşturma .....	18
3.7.1. Yaşayan Kişi Sayısı ( <b>lx</b> ).....	18
3.7.2. Merkezi Ölüm Hızı ( <b>mx</b> ).....	18
3.7.3. Ölüm Olasılığı ( <b>qx</b> ).....	19
3.7.4. Ölen Kişi Sayısı (dx).....	19
3.7.5. Yaşam Olasılığı ( <b>px</b> ) .....	20
3.7.6. Yaşanmış Kişi Yıl Sayısı ( <b>Lx</b> ) .....	20
3.7.7. Birikimli Yaşanmış Kişi Yıl Sayısı ( <b>Tx</b> ) .....	20
3.7.8. Beklenen Yaşam Süresi ( <b>ex</b> ) .....	20
3.8. Lee Carter Yöntemiyle İleriye Yönelik Ölüm Hızı Tahmini .....	21
4. UYGULAMA .....	22
4.1. Veri .....	22
4.2 Merkezi Ölüm Hızı Hesaplanması .....	22
4.3. Türkiye’de İleri Yaş Başlangıcı için Uygun Yaş.....	22
4.4. Modellerin Parametre Tahminleri.....	23
4.5. Model Seçim.....	25
4.5. Ölüm Hızlarının 120+ Yaşına Kadar Uzatılması .....	29
4.6. Hayat Tablosu Oluşturma .....	31
4.7. Lee-Carter ile Geleceğe İlişkin Ölüm Hızı Tahminleri .....	36
5. DEĞERLENDİRME .....	40
6. KAYNAKLAR.....	42
EKLER .....	47
EK 1 – Merkezi Ölüm Hızları .....	47
EK 2 – Parametre Tahminleri .....	48
EK 2 – AIC ve SSE Değerleri .....	50
EK 3 – Ölüm Hızları.....	51
EK 4 – Beklenen Yaşam Süreleri .....	53
EK 5 – Ölüm Olasılıkları .....	55
ÖZGEÇMİş .....	57



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. 1900-2017 İtalya Hayatta Kalma Eğrileri.....	7
Şekil 2.2. Kadınlarda Ölüm Hızında Yaşa Bağlı Değişim .....	8
Şekil 2.3. Erkeklerde Ölüm Hızında Yaşa Bağlı Değişim.....	9
Şekil 2.4. Üstel ve Lojistik Fonksiyonlar.....	10
Şekil 4.1. Erkekler İleri Yaş Ölüm Analizi.....	23
Şekil 4.2. Kadınlar İleri Yaş Ölüm Analizi .....	23
Şekil 4.3. 2022 Erkek Model Grafikleri.....	24
Şekil 4.4. 2022 Kadın Model Grafikleri .....	25
Şekil 4.5. Uzatılmış Lojistik Modeller .....	27
Şekil 4.6. Yıllar İçerisindeki a Parametresi Değişimi.....	28
Şekil 4.7. Yıllar İçerisindeki b Parametresi Değişimi.....	29
Şekil 4.8. Erkek Yaşlara Göre Ölüm Hızlarındaki Değişim .....	31
Şekil 4.9. Kadın Yaşlara Göre Ölüm Hızlarındaki Değişim .....	31
Şekil 4.10. Yıllar İçerisinde Erkek 80 Yaş Beklenen Yaşam Süresi Değişimi ...	34
Şekil 4.11. Yıllar İçerisinde Kadın 80 Yaş Beklenen Yaşam Süresi Değişimi ...	34
Şekil 4.12. Dünya Geneli Beklenen Yaşam Süreleri.....	35
Şekil 4.13. Erkekler Beklenen Yaşam Süreleri Karşılaştırması.....	35
Şekil 4.14. Kadınlar Beklenen Yaşam Süreleri Karşılaştırması .....	36
Şekil 4.15. Erkek Lee Carter Parametre Grafikleri.....	37
Şekil 4.16. Kadın Lee Carter Parametre Grafikleri.....	37

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Erkekler 2020-2022 Yılları Modeller İçin Parametre Tahminleri ...	24
Çizelge 4.2. Kadınlar 2020-2022 Yılları Modeller İçin Parametre Tahminleri ...	24
Çizelge 4.3. Erkekler 2020-2022 Yılları İçin AIC ve SSE Değerleri.....	26
Çizelge 4.4. Kadınlar 2020-2022 Yılları İçin AIC ve SSE Değerleri.....	26
Çizelge 4.5. HMD Kadınlar 2018 Yılı Kore, Almanya, İspanya Ölüm Hızları ....	27
Çizelge 4.6. Kadın ve Erkek 2009-2022 Yılları İçin $\phi$ Değerleri .....	28
Çizelge 4.7. Kadın ve Erkek Uzatılmış Ölüm Hızları .....	30
Çizelge 4.8. Erkekler 2022 İçin Hayat Tablosu.....	32
Çizelge 4.9. Kadınlar 2022 İçin Hayat Tablosu .....	33
Çizelge 4.10. Kadın ve Erkek 2025-2050 Tahmin Edilen Ölüm Hızları .....	38
Çizelge 4.11. Kadın ve Erkek 2025-2050 Beklenen Yaşam Süreleri.....	39

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

$\mu$	Anlık Ölüm Hızı
$M_x$	Merkezi Ölüm Hızı
$k(x)$	Hız Parametresi
$e_x$	Beklenen Yaşam Süresi
$m_x$	Hayat Tablosu Ölüm Hızı

### Kısaltmalar

AIC	Akaike Information Criterion (Akaike Bilgi Ölçütü)
SSE	Sum of Squared Errors (Artık Kareler Toplamı)

# 1. GİRİŞ

Son yüzyılda tıp ve sağlık sistemindeki gelişmeler, insanların yaşam tarzlarındaki değişiklikler, ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre temel ihtiyaçlara daha kolay erişilebilmesi ve sosyal güvenlik sistemlerindeki gelişmeler sayesinde insanların doğuştan beklenen yaşam süreleri uzamaktadır. Dünya genelinde 1950 yılında doğuştan beklenen yaşam süresi 46,5 iken 2021 yılında 71 yıla yükselmiştir [1]. Türkiye’de ise 1950 yılında 47.7 olan doğuştan beklenen yaşam süresi 2020-2022 TÜİK hayat tabloları sonuçlarına göre 77,5 yıla yükselmiştir [2].

Toplam doğurganlık hızı, belirli bir nüfustaki bir kadının çocuk sahibi olabildiği dönemler boyunca dünyaya getirebileceği ortalama çocuk sayısını ifade etmektedir. Kadınların çalışma hayatına daha fazla katılım göstermeye başlaması, eğitim düzeylerinin artması, ilk evlenme yaşlarının yükselmesi toplam doğurganlık hızının düşmesine neden olan faktörlerden bazılarıdır [3]. Aynı zamanda doğurganlık hızının düşmesine 1950-65 yılları arasında dünya genelinde olan doğum kontrolüne yönelik çalışmalar da etkili olmuştur [4]. Dünya genelinde 1960 yılında toplam doğurganlık hızı 4.7 çocuk iken 2021 yılında 2,3 çocuk olarak gerçekleşmiştir [5]. Türkiye’de ise 1963 yılında 6.3 olan toplam doğurganlık hızı 2023 yılında 1,51 çocuğa kadar gerilemiştir. Bu durum Türkiye’deki toplam doğurganlık hızının nüfusun yenilenme düzeyi 2,1’in altında kaldığını göstermektedir [6]. Doğurganlık hızının mevcut nüfusu korumak ve yenilemek için gerekli olan nüfus yenileme düzeyi 2,1’in altına düşmesi, nüfusun kendini yenileyemeyeceğini ve uzun vadede azalmaya başlayacağını göstermektedir. Bu durum genç nüfusun da zamanla azalmaya başlayacağı anlamına gelmektedir.

Beklenen yaşam süresinin artması ve doğurganlık hızının azalması dünya genelinde yaşlı nüfus oranının gün geçtikçe artmasına sebep olmaktadır. Türkiye’de 65 yaş ve daha yukarı yaştaki nüfus 2017 yılında 6 milyon 895 bin 385 iken son beş yılda %22 artarak 2022 yılında 8 milyon 451 bin 669 kişi olmuştur. 2022 yılında %9.9 olan yaşlı nüfus oranının nüfus projeksiyonlarına göre 2030 yılında %12.9, 2040 yılında %16.3, 2060 yılında %22.6 ve 2080 yılında %25.6 olacağı öngörülmektedir [7].

Toplumda yaşlı nüfusun artması sosyal güvenlik sistemini, üretimi, emeklilik ve hayat sigortası şirketlerini olumsuz yönde etkilemektedir [8]. Aynı zamanda nüfusun

yaşlanması ile birlikte aktif/pasif sigortalı dengesinin bozulması ve bireylerin daha uzun süre emekli aylığı alması sosyal güvenlik finansmanı için çalışan kişilere daha fazla yük binmesine neden olmaktadır [9]. Bu negatif etkilerin yaşlı nüfusun giderek artmasıyla birlikte daha da belirginleşeceği tahmin edilmektedir.

Bu çalışmanın amaçları:

- 1- Türkiye ileri yaş anlık ölüm hızları için Gompertz, Makeham Gompertz, Perks, Weibull, Beards ve Kannisto ölümlülük modellerinden uygun olan modeli seçmektir.
- 2- Seçilecek ölümlülük modeli yardımıyla 2009-2022 yılları için pürüzsüzleştirilmiş ve 120 yaşına kadar uzatılmış ölüm hızları ile 80-120 yaş hayat tabloları oluşturmaktır.
- 3- Lee Carter yöntemi ile 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 ve 2050 yıllarında tahmin edilen ölüm hızlarıyla 80-120 yaşlar için hayat tabloları oluşturup tahmini beklenen yaşam süreleri hesaplamaktır.

Ölümlülük modellemesi yaşa ve zamana göre ölüm desenlerini tahmin etmeyi amaçlar. Ölümlülük modellerinin ölüm desenlerini doğru şekilde yansıtması ileriye yönelik mantıklı tahminlerin yapılabilmesi açısından da önemlidir. Bu çalışmada Türkiye ileri yaş anlık ölüm hızları için Gompertz, Makeham Gompertz, Perks, Weibull, Beards ve Kannisto ölümlülük modellerinden en kullanışlı olanı belirlenecek ve seçilen model ile modellemesi yapılacaktır. Seçilen model ile verisi bulunmayan daha ileri yaşlara (100+) yönelik tahminler yapılacak, 80-98 yaş arası olan ölüm hızları pürüzsüzleştirilecek (smoothing), 98-120 yaşlar için ölüm hızları ise tahmin edilecek ve tahmin edilen ölüm hızları ile 80-120 yaş için 2009-2022 yılları arası her yıl için ileri yaş hayat tablosu oluşturulacaktır. Oluşturulan hayat tablolarındaki beklenen yaşam süreleri TÜİK hayat tablolarındaki beklenen yaşam süresi değerleriyle karşılaştırılacaktır. Ayrıca Lee Carter yöntemi ile 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 ve 2050 yılları için 80-98 yaşlar arası ölüm hızları tahmin edilecektir. Tahmin edilen ölüm hızları 80-98 yaş arası düzeltilecek ve 120 yaşına kadar uzatılacaktır. Tahmin edilen ölüm hızlarıyla yapılan hayat tabloları ile 80-120 yaş beklenen yaşam süreleri hesaplanacaktır. Bu tür çalışmalar sigorta ve emeklilik şirketlerinin, sosyal güvenlik, sosyal hizmetler, sağlık ve ekonomi politikalarının ileriye yönelik planlamalarına yardımcı olacaktır.

## 1.1. Literatür Taraması

Ölümlülük modellemesi yaşa ve zamana göre ölüm desenlerini yaklaşık olarak tahmin etmeyi amaçlar. Ölüm desenlerinin matematiksel modellerle tanımlanması demografideki en eski ve önemli konulardan biridir. Bu amaca yönelik tarihte pek çok girişim olmuştur [10].

İlk olarak Gompertz (1825), anlık ölüm hızının yaşla birlikte üstel olarak arttığını öne sürmüştür [11]. Makeham (1860), genç yaştaki ölümleri daha iyi modelleyebilmek için Gompertz'in denklemine bir parametre daha eklemiştir ve yeni bir anlık ölüm hızı fonksiyonu oluşturmuştur [12]. Veri kalitesindeki artış ile zamanla ileri yaş anlık ölüm hızlarının artışında düşüş meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bu yavaşlamayı ilk olarak Gompertz'in kendisi de olmak üzere o dönemde bu konu üzerinde çalışan aktüerler fark etmiştir [10]. 1939 yılında ise iki İngiliz araştırmacı Greenwood ve Irwin, anlık ölüm hızının ileri yaşlarda yaşla birlikte artmayı bırakıp sabit hale geldiğini gösteren bir makale yayımlamışlardır [13]. Başka biyolojik türler için yapılan çalışmalarda gözlemlenen anlık ölüm hızının artışındaki yavaşlamanın sadece insanlara özgü olmadığı tespit edilmiştir [14]. Ardından Perks (1932) deneysel olarak incelediği yaşam tablosundaki anlık ölüm hızlarının zamanla artış hızının azaldığı eğrilere benzediğini keşfetmiş ve kendi fonksiyonunu oluşturmuştur [15]. Perks'in meslektaşı olan Beard (1959), Perks'in keşfettiği fonksiyonun lojistik bir fonksiyon olduğunu tanımlamıştır ve bunun heterojen bir popülasyonun basit bir modelinde nasıl ortaya çıkabileceğini göstermiştir [16]. Weibull (1951) teknik sistemlerin aşınma ve yıpranma nedeniyle bozulmasını temsil etmek için bir model önermiştir [17]. Kannisto (1994), yüksek yaşlara ilişkin modern ölüm verilerinin, lojistik modelin en basit formlarından birine çok yakın olduğunu fark etmiştir [18]. Kannisto modeli, yaşlılık ölüm desenlerini tahmin etmek için en yaygın kullanılan parametrik modellerden biridir.

Petra Dotlacilova (2021), Çek Cumhuriyeti'nde 60 yaş üzeri nüfustaki ölümlülük deseninin Kannisto ve Weibull modellerinden hangisine daha uygun olduğunu belirleyebilmek için çalışma yapmıştır. Çalışmada 2015-2018 Eurostat Çek Cumhuriyeti ölüm verileri kullanılmıştır. Model seçimi için ağırlıklı kare sapmalar toplamı ve düzeltilmiş r kare yöntemleri kullanılmıştır. Sonuç olarak Kannisto modelinin daha uygun olduğu belirlenmiştir [19].

Giulia Roli (2008), İtalya'daki uzun ömürlülüğü tarihsel açıdan incelemek ve modellemek amacıyla 1871-2001 yılları arasındaki nüfus sayımlarını baz alarak ileri yaştaki ölümlülüğü Kannisto ile modelleyip, elde edilen değerler cinsiyete ve zamana göre karşılaştırılmıştır [20].

Pallabi Saikia, Munindra Borah (2013), 2005 ve 2010 Japonya hayat tablosundaki verileri kullanarak 80-110 ileri yaş ölümlülüğü için Gompertz, Makeham, Logistic, Beard ve Kannisto modellerinden hangisinin daha uygun olduğunu araştırmışlardır. Model seçimi için ortalama karekök sapması, toplam kareler toplamı ve r kare yöntemlerini kullanmışlardır. Sonuç olarak tek bir model seçilememiştir. Logistic, Makeham ve Beard modelleri en uygun modeller olarak belirlenmiştir [21].

Natalia S. Gavrilova, Lenoid A. Gavrilov (2013), ileri yaş ölüm hızlarındaki yavaşlamanın genel bir biyolojik olgu olup olmadığını test etmek amacıyla laboratuvar farelerinin hayatta kalma ve ölüm verilerini incelemişler ve ölüm hızlarının Kannisto ve Gompertz modellerinden hangisine daha iyi uyum sağladığını BIC kullanarak araştırmışlardır. Sonuç olarak ileri yaşlardaki farelerin (1 yaş ve üzeri), Gompertz modeline daha iyi uyum sağladığını tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada 1937-2010 Amerika Sosyal Güvenlik İdaresi'nden alınan 88-106 yaş ölümlülük verileri ve Human Mortality Database'den alınan Amerika 80-106 yaş aralığındaki ölüm hızları incelenmiştir. Veriler Gompertz ve Kannisto modellerine uydurularak sonuçlar AIC ve BIC ile karşılaştırılmıştır. Tüm incelemelerde Gompertz modelinin verilere daha iyi uyum sağladığı bulunmuştur. Sonuç olarak ileri yaş ölüm hızlarındaki yavaşlamanın genel bir olgu olmadığı, veri heterojenliğinden ve yaşın yanlış bildirilmesinden kaynaklı olarak ortaya çıkan bir olgu olduğunu savunmuşlardır [22].

1998 yılında Thatcher, Kannisto ve Vaupel'in yaptığı araştırmada 13 ülke (Avusturya, Danimarka, İngiltere, Finlandiya, Fransa, Batı Almanya, İzlanda, İtalya, Japonya, Hollanda, Norveç, İsviçre ve İsveç) için 6 model (Gompertz, Weibull, Helligman & Pollard, Quadratic, Logistic ve Kannisto) üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Tüm modeller için en çok olabilirlik yöntemi kullanılmıştır ve Standart Hata yöntemiyle parametre tahmini yapılmıştır. Sonuç olarak Logistic, Kannisto ve Quadratic modellerin hepsinin sonuçları gözlemlenen değerlere diğer modellere göre daha yakın çıkmıştır. Hem olabilirlik hem de ki-kare yöntemleri kullanılarak yapılan uyum iyiliği testleri kesin bir sonuç vermemiştir. Ancak diğer modellerle kıyaslanırsa Kannisto modelinin yalnızca iki

parametreye sahip olması nedeniyle parametre tahminini kolaylaştırması ve ileri yaş ölüm hızları hakkında mantıklı tahminler vermesi gibi avantajları olduğu görülmektedir. Bu nedenle Kannisto modelinin altı model içinde en iyisi olduğu sonucuna varılmıştır [23].

Pallabi Saikia, Munindra Borah (2012), 85 yaş ve üzerindeki ölümlülüğü en iyi açıklayabilecek modeli bulmak için Avustralya, Hong Kong, Kanada, İngiltere, İsrail, Japonya, Yeni Zelanda, Polonya, Singapur, Birleşik Krallık olmak üzere 10 ülkedeki ölüm verileri üzerinde çalışmışlardır. Bu çalışmada Gomperz, Makeham, Logistic ve Coale Kisker modelleri karşılaştırılmıştır. Bu modeller 10 farklı ülkeye uyarlandıktan sonra ortalama karekök sapması ve artık kareler toplamı ile değerlendirme yapılmıştır. Sonuç olarak lojistik modelin diğer modellere göre daha uygun olduğu görülmüştür [24].

İnsan Ölümleri Veri Tabanı (Human Mortality Database, HMD) Projesi, John R. Wilmoth ve James W. Vaupel'in girişimiyle 2000 yılında başlamıştır. Rostock'taki Demografik Araştırma Enstitüsü, Kaliforniya Üniversitesi, Berkeley Üniversitesi ve Max-Planck Demografik Araştırma Enstitüsü'ndeki araştırmacılar tarafından ortaklaşa geliştirilen bir bilimsel proje olarak kurulmuştur. HMD, gelişmiş ülkelerdeki ölüm verilerine ilişkin en önemli bilimsel veri kaynaklarından biri olup şu an için 41 ülkenin ölüm sayıları, nüfus sayıları, doğum sayıları verilerini içermektedir. İnsan Ölümleri Veri Tabanı anlık ölüm hızlarındaki artışın belirli bir yaştan sonra düşmeye başladığı fikrini benimser ve hesaplamalarında Kannisto Modelini kullanır. HMD veritabanında ölüm ve nüfus sayıları 110+ yaşına kadar uzatılır. Ölüm sayılarının uzatılması için Kannisto yaşam fonksiyonu, nüfus sayılarının uzatılması için ise soyu tükenmiş kohortlar (extinct cohort) ve yaşam oranı (survival ratio) yöntemleri kullanılır. Uzatma işlemi tamamlandıktan sonra hayat tabloları hesaplanır. [25].

Furkan Yıldırım, Meral Sucu (2013), Türkiye genel nüfus ölümlülüğünün daha doğru tahmin edilebilmesi için 1930-2000 yılları arası Türkiye ölüm sayıları verileri ve demografik yöntemlerle derlenen model hayat tablolarından elde edilen ölüm hızları kullanılarak Lee Carter modeli ile ölüm hızlarını modellemiş ve 2000-2020 yılları için ölümlülük öngörüsünde bulunmuşlardır [8].

Funda Kul, Meral Sucu (2016), Türkiye ölümlülüğünü incelemek ve kuşak etkisi olup olmadığını araştırmak için ölüm sayıları ve riske maruz kişi sayılarını cinsiyet ayrımında modellemiştir. Karşılaştırma için BIC değerleri, standartlaştırılmış artıklar, yaşlara ve takvim yılına göre tanımlanmış, bazı artık karakteristikleri kullanılmıştır. Sonuç olarak



kadın ve erkek ölüm hızlarının modellenmesinde takvim yılı ve kuşak etkilerinin önemli olduğu görülmüştür [26].

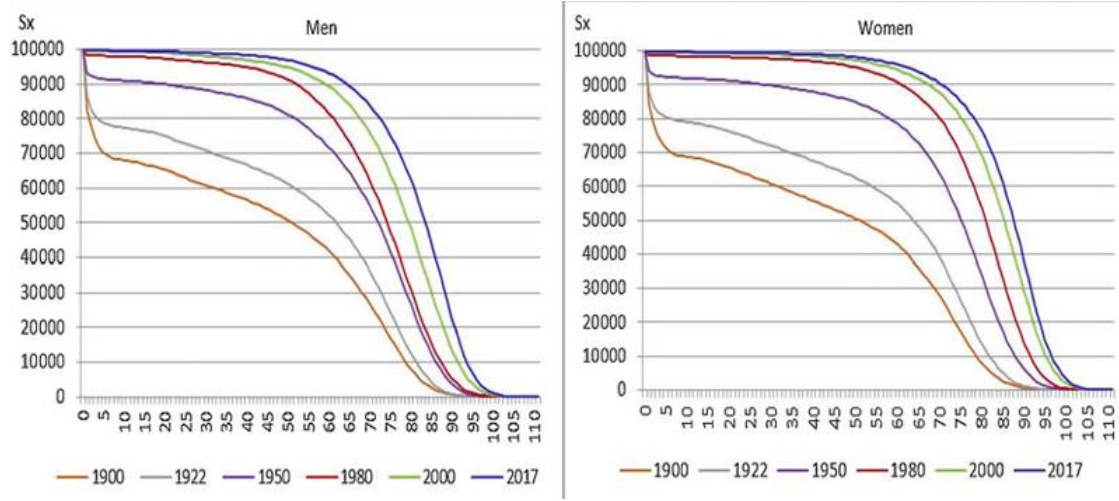
Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Aktüerya Bilimleri Bölümü'nün yöneticiliğinde, BNB Danışmanlık Şirketi, Marmara Üniversitesi ve Başkent Üniversitesi uzmanları ile "Türkiye Hayat ve Hayat Annüite Tablolarının Oluşturulması" projesi kapsamında Türkiye nüfus istatistikleri, Sosyal Güvenlik Kurumu ve sigorta şirketlerinin verileri kullanılarak Türkiye Kadın-Erkek Hayat (TRH 2010), Türkiye Kadın-Erkek Sigortalı Hayat (TRSH 2010), Türkiye Kadın-Erkek Hayat Annüite (TRHA 2010) ve Sosyal Güvenlik Kurumu Kadın-Erkek Hayat (SGK 2008) tabloları oluşturulmuştur [27].

Zehra Yayla Enfiyeci, İsmet Koç (2019), Türkiye İstatistik Kurumu'ndan 2010, 2012, 2014, 2016 ve 2018 yılları için alınan yaş grupları ve cinsiyete göre nüfusun ve ölümlerin sayısal dağılımı ile ortalama ölüm yaşı verilerini kullanarak Türkiye için nax değerlerini hesaplamışlardır. Ölüm verilerinin kalitesi değerlendirilmiş ve hayati kayıtlardan doğuştan beklenen yaşam süreleri belirlenmiştir. Türkiye'de doğuştan beklenen yaşam sürelerinin 2010-2018 döneminde erkekler için 63,2'den 67,2'ye, kadınlar için ise 68,8'den 73,6'ya yükseldiği tespit edilmiştir [28].

## 2. ÖLÜMLÜLÜK MODELELERİ

### 2.1. Hayatta Kalma Eğrileri

Hayatta kalma eğrileri ilgilenilen nüfusta zaman içinde hayatta kalanları veya belirli bir zamana kadar yaşama olasılıklarını gösteren eğrilerdir.



Şekil 2.1. 1900-2017 İtalya Hayatta Kalma Eğrileri [29]

Yıllar geçtikçe sağlık hizmetlerinin gelişmesi, teknolojinin ilerlemesiyle birlikte ölüm hızlarının azalması hayatta kalma eğrisinin şeklini değiştirerek dikdörtgenleşmesine sebep olmaktadır. İnsan yaşam süresinin doğal sınırına ulaşılan kadar, ölüm risklerinin düşük yaşlardan yüksek yaşlara doğru kaymasını gösteren bir süreçtir. Böylece ölümler, maksimum yaşam süresine giderek daha yakın yaşlara doğru gerçekleşir [29].

Şekil 2.1'de İtalyan hayat tablosuna göre 1900-2017 yılları arası cinsiyet ayrımında oluşturulmuş hayatta kalma eğrileri gösterilmiştir. Grafiğe bakıldığında zamanla hayatta kalma eğrisinin daha dikdörtgen bir şekle yaklaştığı görülmektedir.

### 2.2. Ölüm Hızındaki Yaşa Bağlı Değişim

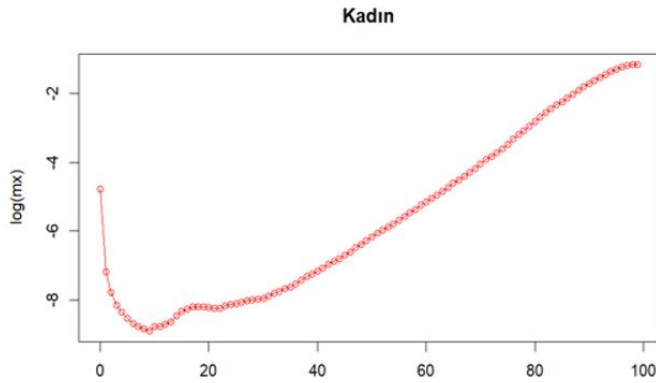
Doğum travmaları, prematüre doğumlar, doğumsal anomaliler, kan uyuşmazlığı, kromozom hastalıkları, enfeksiyonlar, yenidoğan tetanozu, sepsis, sinir sistemi, endokrin, beslenme ve

metabolizma hastalıkları gibi pek çok nedenden ötürü yeni doğanlarda ölüm hızları yüksek seyretmektedir [30].

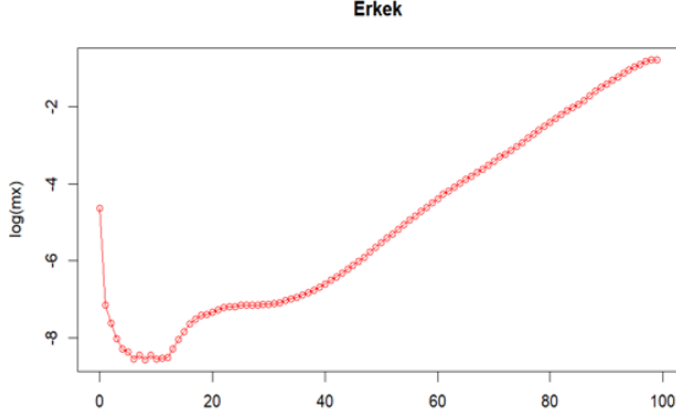
Yeni doğanlardaki yüksek ölüm hızlarının ardından ölümlülük hızı azalmaya başlar ve 8-14 yaşlarında en düşük noktasına ulaşır. Ergenliğe girilmesiyle birlikte riskli hareketler yapılmaya başlanması, kazara olan ölümlerin artması, çalışma hayatına girilmeye başlanması, anne ölümlerinin başlamasıyla birlikte ölüm hızları tekrar hızlı şekilde artmaya başlar. Bu artışa literatürde genç yetişkin kamburu denilmektedir [31].

Genç yetişkin kamburundan sonra, ergenliğin de bitmesiyle birlikte ölümler ileri yaşlara kadar üstel bir şekilde artma eğilimindedir. İleri yaşlara gelindiğinde ölüm hızlarındaki artışın yavaşlamaya başladığı gözlemlenir. Bu yavaşlamaya literatürde ölümlülük platosu denilmektedir [31].

Aşağıdaki grafikler TÜİK Türkiye 2020-2022 hayat tablosundaki ölüm hızlarının logaritması alınarak çizdirilmiştir.



Şekil 2.2. Kadınlarda Ölüm Hızında Yaşa Bağlı Değişim



Şekil 2.3. Erkeklerde Ölüm Hızında Yaşa Bağlı Değişim

Şekil 2.2 ve Şekil 2.3'de yeni doğanlardaki yüksek ölüm hızları, genç yetişkin kamburu kavramları net olarak görülmektedir.

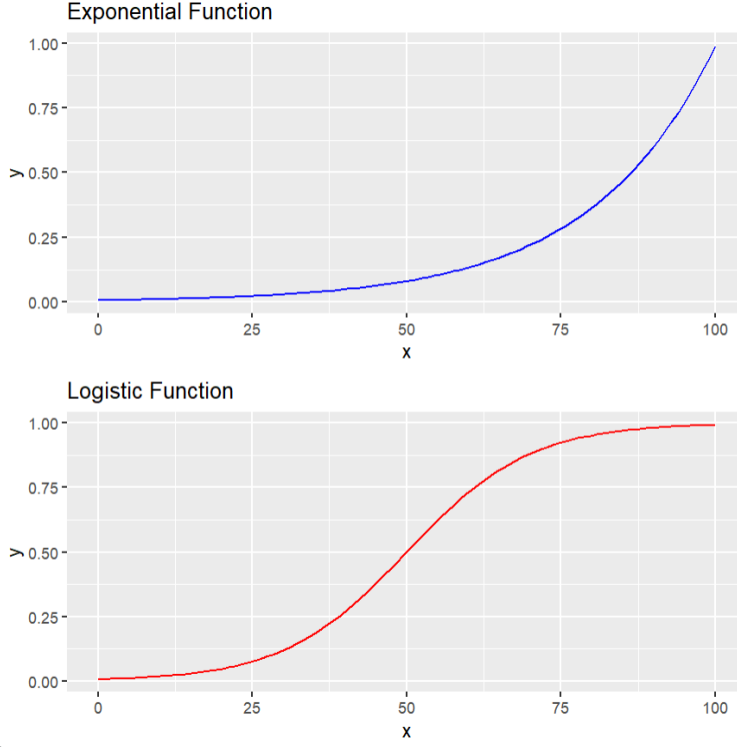
### 2.3. Ölüm Modelleri

Ölümlülük modellemesi yaşa ve zamana göre ölüm desenlerini tahmin etmeyi amaçlar. Ölümlülük modellerinin ölüm desenlerini ve dinamiklerini doğru şekilde yansıtması ileriye yönelik gerçekçi tahminlerin yapılabilmesi açısından önem teşkil etmektedir.

Parametrik ölüm modelleri genellikle ölümlülüğün gücünü tanımlamak için tasarlanmıştır. Bu modellerden, kalan yaşam beklentisi ya da her yaşta hayatta kalanların sayısı gibi fonksiyonlar türetilebilir [32].

Bir modelde parametreler, verilerin özelliklerini belirleyen ve tahmin edilmesi gereken değişkenlerdir. Parametreler, bir modelin belirli bir veri kümesine en iyi uyumunu sağlamak için kullanılır.

İlk parametrik model olan Gompertz modelinde anlık ölüm hızının yaşla birlikte üstel olarak arttığı düşünülmüş fakat, zamanla ileri yaşlarda ölüm hızlarında düşüş meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bu yavaşlamayı ilk olarak Gompertz'in kendisi ve bu konu üzerinde çalışan aktüerler fark etmiştir. İleri yaşlarda ölüm hızlarının azalmasını da yansıtabilmek için üstel fonksiyonlar yerine lojistik ve güç fonksiyonları kullanılmaya başlanmıştır [10]. Lojistik fonksiyonlarda ileri yaşlarda ölüm hızlarındaki artış yavaşlamaktadır [33]. Şekil 2.4'te görüldüğü gibi üstel fonksiyonlarda ileri yaşlarda ölüm hızının artışı üstel olarak devam ederken lojistik fonksiyonlarda ölüm hızlarındaki artış yavaşlamaktadır.



Şekil 2.4. Üstel ve Lojistik Fonksiyonlar

İleri yaşlarda ölüm hızlarındaki yavaşlamanın heterojenlik hipotezi ve bireysel risk hipotezi olmak üzere olası iki açıklaması vardır [34]. Heterojenlik hipotezinde zayıf olanların daha genç yaşlarda ölme eğiliminde olduğu, ileri yaşlara kadar hayatta kalabilenlerin daha olumlu sağlık koşullarına sahip olduğu görüşü savunulmaktadır. Bireysel risk hipotezinde ise yaşlılıkta metabolik olayların daha yavaş olması nedeniyle yaşlanma hızının gittikçe yavaşlaması ve yakalanan hastalıkların da gençliğe göre daha yavaş ilerlediği görüşüdür. Bu yavaşlamalar dolayısıyla ölüm hızları yavaşlayacaktır [33].

Ancak ileri yaşlardaki ölüm hızının yavaşlaması hakkında tartışmalar devam etmektedir. Verilerin kalitesizliğinden dolayı ileri yaşta anlık ölüm hızında düşüşün yaşandığını, aslında anlık ölüm hızının artışının üstel olarak devam ettiğini savunan görüşler de mevcuttur [35].

Ölümlülük modelleri yalnızca ileri yaş ölümlülüğüne ilişkin değerlerin elde edilmesinde değil, aynı zamanda pürüzsüzleştirme için de kullanılabilirler [36].

### 2.3.1. Gompertz Modeli

Literatürdeki parametrik ölümlülük modellemesi geliştirmeye yönelik ilk girişim Gompertz modelidir. Gompertz modelinde yaşla birlikte ölüm hızlarında üstel bir artış olduğu öne sürülmüştür [11]. Gompertz kendi modeliyle ilgili fizyolojik bir açıklama öne sürmüştür: “Bir insanın ölümden kaçınma gücü, yaşı arttıkça yavaş yavaş tükenir”[23].

$$\mu(x) = ae^{bx}$$

x yaşı, a ve b parametreleri göstermektedir.

a parametresi genel ölüm seviyesini ifade ederken b parametresi ölüm riskinin yaşa göre gelişimini göstermektedir. Gompertz, yasasını yaşam tablolarındaki hayatta kalma eğrilerini inceleyerek keşfetmiştir. Bazı araştırmalar Gompertz modelinin 40 yaş altındaki ölüm hızını olduğundan daha düşük, 80 yaş ve üstünü ise daha yüksek tahmin ettiğini göstermiştir [37].

### 2.3.2. Makeham Gompertz Modeli

Makeham Gompertz modelinde, Gompertz modeline sabit bir c parametresi eklemiştir [12]. Bu sabit yaşa bağlı olmayan tüm nedenlerden ölüm riski olarak açıklanabilir.

$$\mu(x) = c + ae^{bx}$$

x yaşı, a, b ve c parametreleri göstermektedir

Bu modelde genç yaş ölümlülüğü Gompertz modeline göre daha mantıklı bir şekilde tahmin edilmesine rağmen ileri yaş ölümlülük hızını tanımlamada yetersiz kalmaktadır [37].

### 2.3.3. Perks Modeli

Perks (1932), incelemekte olduğu yaşam tablosundaki değerlerin zamanla hızın azaldığı bir eğriye uygun olabileceğini deneysel olarak bulmuştur. Bu model İngiltere’de düzenlenen bir hayat tablosunun düzenlenmesi için kullanılmıştır [38].

$$\mu(x) = c + \frac{ae^{bx}}{1 + de^{bx}}$$

x yaşı, a, b, c ve d parametreleri göstermektedir.

#### 2.3.4. Beard Modeli

Nüfus heterojenliği, ilk olarak Beard tarafından önerilmiştir. Nüfusta belirli bir x yaşına ulaşabilen hayatta kalanlar için ortalama ölüm deseninin lojistik forma sahip olacağı fikrini savunmuştur [21]. Beard Modeli (1959) Lojistik modelinin özel bir hali olan ( $c = 0$ ) üç parametrelili bir şekilde yazılabilir.

$$\mu(x) = \frac{ae^{bx}}{1 + de^{bx}}$$

x yaşı, a, b, ve d parametreleri göstermektedir.

#### 2.3.5. Kannisto Modeli

İleri yaşlardaki ölümlülük hızına ilişkin modern verilerin lojistik model biçimlerine çok yakın olması dikkate değer bir gerçektir. Bu durum Kannisto tarafından fark edilmiştir [23]. Kannisto modeli ileri yaş ölümlülük modellemesinde sıklıkla kullanılan, ileri yaşlarda daha yavaş bir ölüm hızı artışı öngören lojistik bir fonksiyondur [18]. HMD’de ileri yaş ölümlülük için Kannisto modeli kullanılmıştır.

Kannisto modeli, lojistik modelinin özel bir hali olan ( $c = 0$ ,  $d = a$ ) iki parametrelili bir şekilde yazılmaktadır.

$$\mu(x) = \frac{ae^{bx}}{1 + ae^{bx}}$$

x yaşı, a ve b parametreleri göstermektedir.

Kannisto modeli, şu şekilde de yazılabilir:

$$\log it(\mu_x) = \ln(a) + bx$$

Burada, a parametresi genel ölüm seviyesini ifade ederken b parametresi ölüm riskinin yaşa göre gelişimini göstermektedir.

Kannisto modeli tüm yaş aralığındaki verilere uymamaktadır, sadece ileri yaştaki veriler için uygulanabilmektedir.

Diğer lojistik modellerle kıyaslanırsa Kannisto modelinin yalnızca iki parametreye sahip olması, daha kolay uygulanabilmesi ve ileri yaş ölüm hızları tahmininde daha mantıklı tahminler vermesi gibi avantajları olduğu görülmektedir [23].

### **2.3.6. Weibull Modeli**

Weibull modeli, anlık ölüm hızını yaş değişkenine bağlı bir kuvvet fonksiyonu olarak düşünmüştür. Genellikle teknolojik cihazlardaki bozulma zamanını tanımlamak için kullanılır [17].

$$\mu(x) = a \cdot x^b$$

x yaşı, a ve b parametreleri göstermektedir.



### 3. YÖNTEM

Bu çalışmada TÜİK'ten aldığımız 100+ yaşına kadar olan ölüm ve nüfus verilerinden merkezi ölüm hızları hesaplanacaktır. İlk olarak daha doğru hesaplamalar yapılabilmesi için bilinmeyen ölüm sayıları tüm bilinen yaşlardaki ölümlere orantılı olarak dağıtılacaktır. Bilinmeyen ölüm sayıları dağıtıldıktan sonra merkezi ölüm hızları hesaplanacaktır. Merkezi ölüm hızları, belirli yaş ve zamandaki ölüm sayılarının riske maruz değere bölünmesiyle elde edilmektedir. Hesaplanan ölüm hızlarına en uygun olan model AIC ve SSE değerlerine göre karşılaştırılacaktır, parametre tahmini ise en küçük kareler yöntemi ile yapılacaktır. Daha güvenilir bir sonuca ulaşabilmek için model seçim yöntemlerinden iki yöntem uygulanıp değerlendirilecektir. Uygun model bulunduğundan sonra ölüm hızları 80-98 yaş arası pürüzsüzleştirilecek, 98 yaşından 120 yaşına kadar uzatılıp yeni tahminlerimizle 2009-2022 yılları için hayat tablosu oluşturulacaktır. Lee Carter yöntemi yardımıyla 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 ve 2050 yılları için 80-98 yaşlar arası ölüm hızları tahmin edilecektir. Tahmin edilen ölüm hızları Kannisto modeli ile 80-98 yaş arası pürüzsüzleştirilecek ve 120 yaşına kadar uzatılacaktır. Tahmin edilen ölüm hızlarıyla yapılan hayat tabloları ile beklenen yaşam süreleri hesaplanacaktır.

#### 3.1. Bilinmeyen Ölüm Sayılarını Dağıtma

Kurumlardan alınan ölüm verilerinde çeşitli nedenlerle yaşı bilinmeyen kişiler bulunmaktadır. Daha doğru hesaplamalar yapılabilmesi için bilinmeyen ölüm sayıları tüm bilinen yaşlardaki ölümlere orantılı olarak dağıtılmaktadır. Bu işlem her sene için aşağıdaki şekilde yapılmaktadır.

$$D^*(x, t) = D(x, t) * \left( \frac{D_{toplam}(t)}{D_{toplam}(t) - D_{bilinmeyen}(t)} \right)$$

$D(x, t)$  = t yılında x yaşında ölen kişi sayısı

### 3.2. Merkezi Ölüm Hızı Hesaplama

Belirli bir zaman dilimi içinde ve belirli bir yaştaki insanların ölüm sıklığı ölçüsü ölüm hızı veya merkezi ölüm hızı olarak adlandırılır [39]. Merkezi ölüm hızı belirli bir yaşın tamamını temsil eder ve bu nedenle kesikli bir kavramdır. Demografik verileri analiz etmek, bir toplumun sağlık durumunu ve yaşlanma yapısını anlamak için kullanılan önemli bir göstergedir. Belirli yaş ve zamandaki ölüm sayılarının riske maruz değere bölünmesiyle elde edilir. Riske maruz değer, yıl ortası nüfusa yakınsadığı varsayılmaktadır.

$$M(x, t) = \frac{D(x, t)}{E(x, t)}$$

$E(x, t)$  = t yılında  $[x, x+1]$  yaş aralığında riske maruz değer

### 3.3. Anlık Ölüm Hızı

Anlık ölüm hızı ise belirli bir yaştaki ölümlülüğün anlık etkisi olarak tanımlanabilir [40]. Anlık ölüm hızı literatürde ölümlülüğün gücü (the force of mortality) olarak da bilinmektedir. Merkezi ölüm hızının sürekli olan versiyonu olarak da düşünülebilir. Bir nüfusun ölümlülük yapısını anlamak ve gelecekteki ölümlülük eğilimini tahmin etmek açısından kullanılabilir. Ölümlülüğün gücü merkezi ölüm hızına yakın seyrederek bu yüzden hesaplamalarda aşağıdaki yakınsamayı kullanabiliriz [21].

$$\mu_{x+0.5} = M_x$$

### 3.4. İleri Yaş Başlangıcı için Uygun Yaş Seçimi

Ölüm hızlarının yaşa göre olan değişimi Horiuchi ve Coale tarafından  $\mu$ 'nün göreceli türevi olarak tanımlanan  $k(x)$  hız parametresi ile ölçülür [41].

$$k(x) = \frac{d \ln(\mu_x)}{dx}$$

Bu hesaplama anlık ölüm hızlarındaki değişimi göstermektedir. Fakat pratikte ileri yaşlarda ölüm hızlarındaki dalgalanmadan ötürü bir yaş belirleyebilmek kolay olmamaktadır. [42].

Verilere beş yıllık yaş grupları halinde ulaşılabiliyorsa içinde bulunulan yılın ve beş yıl önceki ölüm hızlarının doğal logaritmaları alınıp birbirinden çıkarılır ve bu beş yıla bölünür [43].

$$\hat{k}(x) = \frac{\ln(M_x) - \ln(M_{x-5})}{5}$$

Burada  $m_x$  ve  $m_{x-5}$  ardışık 5 yıllık ölüm hızlarıdır.

Eğer verilere tekli yaşlar için ulaşılabiliyorsa  $k(x)$  hız parametresi şu şekilde tahmin edilmektedir [43].

$$\hat{k}(x) = \ln(M_x) - \ln(M_{x-1})$$

İleri yaşta ölüm hızlarının düşmeye başladığı nokta ileri yaşa başlangıç yaşı olarak kabul edilecek ve hesaplamalar bu yaştan başlayarak yapılacaktır.

### 3.5. Parametre Tahmini

Gerçek veriden elde edilen anlık ölüm hızlarında dalgalanmalar olur. Bu dalgalanmaları giderip pürüzsüzleştirmek ve veride olmayan sonraki yaşlar için uzatma yapmak için anlık ölüm hızları belli modellere uydurulur. Bu çalışmada Gompertz, Makeham-Gompertz, Weibull, Perks, Beards ve Kannisto modelleri için parametre tahminleri en küçük kareler yöntemi ile hesaplanmıştır. En küçük kareler yöntemi, tahmin edilen değerlerle gerçek değerler arasındaki hata karelerinin toplamını minimize ederek parametre tahminini gerçekleştirir.

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2$$

Artık kareler toplamını minimize eden bir denklem olarak formüle edilebilir.

### 3.6. Model Seçim Ölçütleri

Model seçimi ölüm desenlerini ve dinamiklerini doğru şekilde yansıtması ileriye yönelik gerçekçi tahminler üretilebilmesi bakımından önemlidir. Birden çok ölçütün birlikte kullanılıp değerlendirilmesi daha güvenilir sonuçlar çıkmasını sağlayacaktır. Bu nedenle bu çalışmada AIC ve SSE birlikte kullanılıp değerlendirilecektir.

#### 3.6.1 Akaike Bilgi Ölçütü (AIC)

Akaike Bilgi Ölçütü (AIC) istatistiksel model seçiminde kullanılan bir ölçüttür. AIC, Hirotugu Akaike tarafından geliştirilmiş ve 1973 yılında yayımlanmıştır [44]. Karşılaştırılan modellerden hangisinin gerçek model ile en iyi uyum sağladığını tespit etmek için kullanılır. Matematiksel olarak şu şekilde ifade edilir.

$$AIC = 2K - 2 \ln(L)$$

K modelin parametre sayısını,  $\ln(L)$  ise modelin log-olabilirlik fonksiyonunun maksimum değerini gösterir [45].

#### 3.6.3. Artık Kareler Toplamı (SSE)

Gözlemlenen değerler ve tahmin edilen değerler arasındaki farkın toplamını verir. Model seçiminde ve modellerin karşılaştırılmasında sıklıkla kullanılan bir ölçüttür. Daha düşük artık kareler toplamı daha iyi bir model uyumunu gösterir. SSE'nin sifıra yaklaşması tahminlerin gerçek değerleri iyi bir şekilde açıkladığını gösterir [46].

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2$$

$x_i$  gözlemlenen değerleri,  $\hat{x}_i$  ise tahmin edilen değerleri göstermektedir.

### 3.7. Hayat Tablosu Oluşturma

Hayat tabloları nüfus yapısının incelenmesinde önemli bir olgudur. Hayat tabloları ilgilenilen bölgenin nüfus ve ölüm istatistikleri kullanılarak hesaplanılır ve o bölgedeki her yaş için ölüm olasılıklarını, ölüm hızlarını, beklenen yaşam sürelerini verir [47]. Hayat tabloları sosyal güvenlikte, hayat sigortalarında prim, rezerv ve annüite hesaplamalarında; demograflar ve aktüerler tarafından yapılan çalışmalarda sıklıkla kullanılır [48].

Hayat tablolarında genellikle daha kolay kıyaslama yapabilmek amacıyla başlangıçtaki yaşayan kişi sayısına 1.000, 10.000 ve 100.000 gibi bir sayı ile başlanır ve bu sayı radix olarak adlandırılır. Hayat tabloları göç hareketlerine kapalıdır, nüfus sadece ölümler ile azalmaktadır.

Hayat tabloları bir dizi sütundan oluşur, her sütunda hayat tablosu fonksiyonları yer alır. Kannisto modeli ile elde edilen pürüzsüz ölüm hızları ile hayat tablosu hesaplaması yapılacaktır. Aşağıda hayat tablosu fonksiyonlarının nasıl hesaplanacağı verilmiştir.

#### 3.7.1. Yaşayan Kişi Sayısı ( $l_x$ )

Hayat tablosunda yaşayan kişi sayısı ( $l_x$ ), x yaşında hayatta olan kişi sayısını ifade eder. Başlangıçtaki yaşayan kişi sayısı  $l_0$  ile gösterilir ve genellikle standart bir değer atanır. Atanan değere radix değeri denir.

#### 3.7.2. Merkezi Ölüm Hızı ( $m_x$ )

Belirli bir zaman dilimi içinde seçilen bir grup insanın ölüm sıklığı ölçüsü ölüm hızı olarak adlandırılır,  $m_x$  ile gösterilir [39]. Belirli bir yaştaki ve belirli bir yıldaki ölüm sayılarının yıl ortası nüfusa bölünmesiyle hesaplanır. Hesaplamalarımızda, Kannisto modeli kullanılarak tahmin edilen merkezi ölüm hızları kullanılacaktır.

$$m_x = \frac{d_x}{L_x}$$

### 3.7.3. Ölüm Olasılığı ( $q_x$ )

Hayat tablosunda ölüm olasılığı ( $q_x$ ), bir kişinin x yaşındaki ölme olasılığını ifade eder. Belirli bir yaştaki ve belirli bir yıldaki ölüm sayılarının başlangıç nüfusa bölünmesiyle hesaplanır.

$$q_x = \frac{d_x}{l_x}$$

Ölüm olasılığını hesaplamak için aşağıdaki yaklaşım kullanılabilir [49].

$$q_x = \frac{2m_x}{2 + m_x}$$

Bu formül belirli bir yaştaki ölüm olasılığını hesaplamak için ölüm sayıları ve yıl ortası nüfus kullanılarak türetilmiştir. Ölüm olasılığını daha doğru ve pratik bir biçimde hesaplamak için kullanılır.

### 3.7.4. Ölen Kişi Sayısı ( $d_x$ )

Hayat tablosunda belirli bir yaşta ölen kişi sayısı  $d_x$  notasyonu ile gösterilir, x yaşında ölen kişilerin sayısını ifade eder. Ölen kişi sayısı x yaşında yaşayan kişi sayısı ile x yaşındaki ölüm olasılığının çarpılmasıyla elde edilir.

$$d_x = l_x * q_x$$

x yaşında ölen kişi sayısı kullanılarak, x+1 yaşında yaşayan kişi sayısı hesaplanabilir. Bu hesaplama x yaşında yaşayan kişi sayısından x yaşında ölen kişi sayısı çıkartılarak bulunmaktadır.

$$l_{x+1} = l_x - d_x$$

### 3.7.5. Yaşam Olasılığı ( $p_x$ )

Hayat tablosunda  $x$  yaşındaki bir kişinin hayatta kalma olasılığına yaşama olasılığı denir ve  $p_x$  ile gösterilir. Ölüm olasılığının tamamlayıcısı yaşam olasılığıdır. Aynı yıl ve yaş için ölüm ve yaşam olasılıklarının toplamı 1'e denk gelir.

$$p_x = 1 - q_x$$

### 3.7.6. Yaşanmış Kişi Yıl Sayısı ( $L_x$ )

Yaşanmış kişi yıl sayısı, bir nüfusun belirli bir zaman içinde yaşadığı toplam yıl sayısını ölçmek için kullanılır,  $L_x$  ile gösterilir. Belirli bir nüfustaki yaşayan kişi sayısını ve bu kişilerin ne kadar süre boyunca hayatta kaldığını dikkate alır. Ölümün belirli bir yaş içinde uniform dağıldığı varsayımı altında yaşanmış kişi yıl sayısı yıl ortası nüfusa eşit kabul edilir [50].

$$L_x = \frac{1}{2}(l_x + l_{x+1})$$

### 3.7.7. Birikimli Yaşanmış Kişi Yıl Sayısı ( $T_x$ )

Hayat tablosunda  $T_x$ , popülasyon üyelerinin  $x$  yaşının üzerinde her yaşta yaşanmış kişi yıl sayısı toplamına eşittir. Hesaplanması şu şekildedir:

$$T_x = \sum_{t=0}^{\infty} L_{x+t}$$

### 3.7.8. Beklenen Yaşam Süresi ( $e_x$ )

Beklenen yaşam süresi ( $e_x$ ) bir popülasyondaki  $x$  yaşındaki kişilerin ortalama kaç yıl daha yaşadıklarını gösteren bir hayat tablosu bileşenidir. Beklenen yaşam süresi değerleri popülasyondaki bireylerin hayatta kalma kapasitelerinin ve zaman içinde genel sağlık

seviyesindeki değişikliklerin izlenebilmesi açısından önemli verilerdir [50]. Kümülatif yaşamış kişi yıl sayısının aynı yıldaki nüfusa bölünmesiyle hesaplanır.

$$e_x = T_x/l_x$$

### 3.8. Lee Carter Yöntemiyle İleriye Yönelik Ölüm Hızı Tahmini

Bu çalışmada ileriye yönelik ölüm hızları Lee Carter modeli yardımıyla tahmin edilmiştir. Lee Carter modeli geçmiş dönemlerde gerçekleşmiş ölüm hızı verilerini hesaba katarak gelecek yıllar için tahminlerde bulunur [51]. Lee-Carter modeli, t zamanı ve x yaş grubu için ölüm hızlarının logaritmasının, üç terimin toplamı olduğunu öngörmektedir.

$$\ln(M_{x,t}) = a_x + b_x k_t + \epsilon_{x,t}$$

Denklemdaki ilk terim  $a_x$  yaşa özel ortalama ölüm hızını ifade etmektedir, ikinci terim olan  $b_x k_t$ , tüm yaş gruplarındaki ölüm hızının zamanla etkileşimini gösteren parametreleridir. Bu terimde  $b_x$  ölümlülük değişiminin yaşa göre etkisini gösterirken,  $k_t$  logaritmik ölçekte tüm yaşların ölüm hızının zamanla olan değişimini göstermektedir [8]. Üçüncü terim  $\epsilon_{x,t}$  hata terimini ifade etmektedir.



## 4. UYGULAMA

### 4.1. Veri

Bu çalışmada Türkiye tekli yaşlarda, cinsiyet ayrımında 2009-2022 yılları arası 0-100+ yaş nüfus ve ölüm verileri kullanılmıştır. TÜİK internet sitesinde tekli yaşlardaki verilere ölüm sayıları için 98+ yaşa kadar, nüfus sayılarında ise 75+ yaşa kadar ulaşılabilmektedir. Bu nedenle 100+ yaşa kadar tekli yaşlardaki veriler TÜİK'ten özel olarak elde edilmiştir. Aynı zamanda beklenen yaşam sürelerinde karşılaştırma yapmak için 2013-2022 yılları TÜİK hayat tablolarındaki beklenen yaşam süreleri ile TRH 2010 hayat tablolarındaki beklenen yaşam süreleri kullanılmıştır.

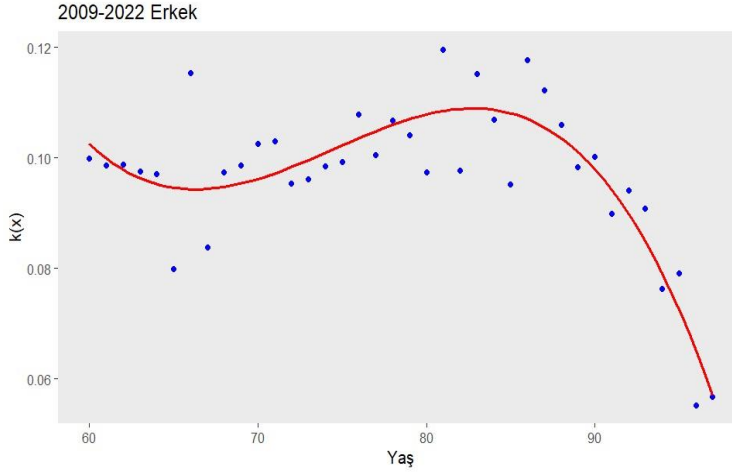
Bu çalışmada 2009 yılından önceki veriler kullanılamamıştır çünkü 2008 yılındaki ölüm sayıları ile 2009 yılındaki ölüm sayıları arasında olağan dışı bir değişim görülmektedir. Bu değişimin sebebi 2009 yılından önce dikkate alınmayan kırsal kesime ait ölüm verisinin artık dikkate alınması olarak bilinmektedir.

### 4.2 Merkezi Ölüm Hızı Hesaplanması

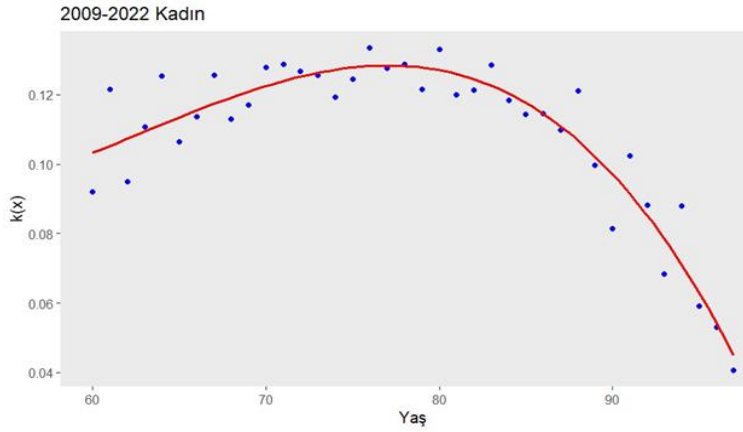
TÜİK'ten alınan nüfus verilerinden yıl ortası nüfus hesaplanarak her yaş ve her yıl için tahmini riske maruz değerler bulunmuştur. Belirli bir yıl ve belirli bir yaştaki ölüm verileri aynı yaş ve yıl için olan riske maruz değere yani yıl ortası nüfusa bölünerek her yaş ve yıl için ölüm hızları hesaplanmıştır.

### 4.3. Türkiye'de İleri Yaş Başlangıcı için Uygun Yaş

Ölüm hızları hesaplandıktan sonra, ileri yaş başlangıcı için uygun yaşı belirlemede Bölüm 3.4'de verilen Houriuchi ve Coale'ın ileri yaşlardaki ölüm eğilimini anlamak için geliştirdikleri yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem 2009-2022 Türkiye tekli yaşlarda kadın ve erkek için ayrı olarak merkezi ölüm hızlarına uygulanarak ve elde edilen oranların ortalaması alınarak genel eğilim incelenecektir.



Şekil 4.1. Erkekler İleri Yaş Ölüm Analizi



Şekil 4.2. Kadınlar İleri Yaş Ölüm Analizi

Şekil 4.1 ve 4.2’de görüldüğü gibi ortalama olarak 80 yaşlarında ölüm hızı azalmaya başlamaktadır, ayrıntılı olarak incelendiğinde bu yaştan kadınlar için 76, erkekler için 81 yaş olduğu görülmektedir. Hayat tabloları 80 yaşından itibaren oluşturmaya başlanacağı için erkeklerde ileri yaş başlangıç yaşı 80, kadınlar için ise 76 yaş olarak kabul edilecektir.

#### 4.4. Modellerin Parametre Tahminleri

Parametre tahminleri için R programında bütün modellerin anlık ölüm hızı fonksiyonları tanımlanmış ve R programında “MortalityLaws” paketi ile 2009-2022 yılları için En Küçük

Kareler yöntemi ile parametre tahminleri yapılmıştır. 2020-2022 yılları için tahmin edilen parametreler aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir, diğer yıllar için değerler Ek 1’de verilecektir.

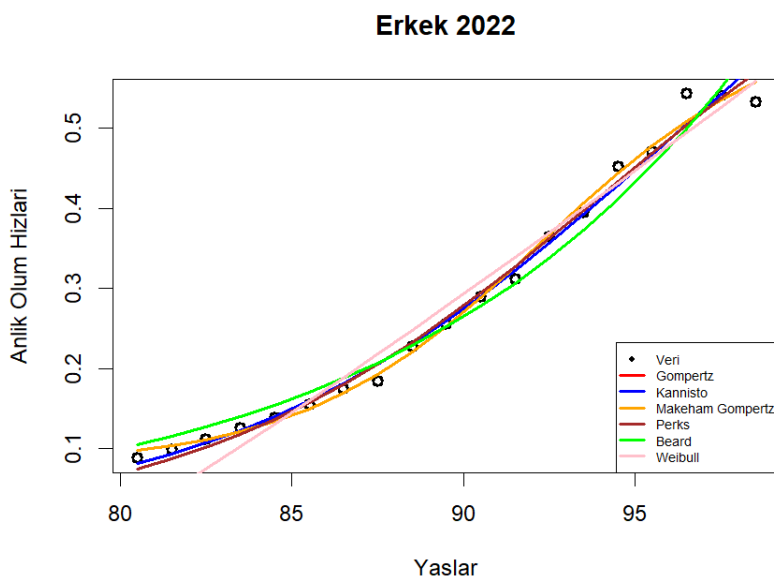
Çizelge 4.1. Erkekler 2020-2022 Yılları Modeller İçin Parametre Tahminleri

Erkek	2022				2021				2020			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Gompertz	0,094798	0,097768			0,104699	0,091810			0,093641	0,093748		
Kannisto	0,076207	0,152560			0,088922	0,142760			0,082870	0,137338		
Makeham Gompertz	0,094807	0,097765	5,20E-08		0,104737	0,091787	3,81E-06		0,093638	0,093752	4,38E-08	
Perks	0,014612	0,284710	0,079030	0,026081	0,021517	0,251658	0,081732	0,036887	0,080234	0,125657	0,009321	0,059041
Beard	0,069534	0,170459	-	0,082927	0,085514	0,151772	-	0,094917	0,088456	0,118228	-	0,057435
Weibull	0,022735	1,087132			0,029841	0,988237			0,026527	1,000508		

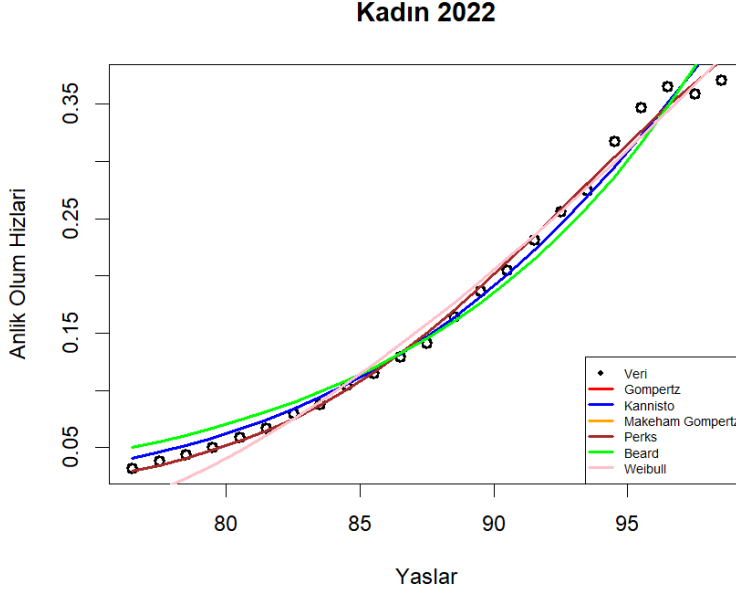
Çizelge 4.2. Kadınlar 2020-2022 Yılları Modeller İçin Parametre Tahminleri

Kadın	2022				2021				2020			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Gompertz	0,045542	0,096810			0,050701	0,091326			0,044577	0,092231		
Kannisto	0,037481	0,127050			0,043461	0,119164			0,039224	0,116131		
Makeham Gompertz	0,045565	0,096786	6,52E-09		0,050720	0,091309	2,12E-08		0,044588	0,092211	2,51E-08	
Perks	0,026050	0,173211	0,000139	0,048525	0,019041	0,188484	0,022104	0,039792	0,024797	0,158674	0,011357	0,047505
Beard	0,026164	0,172915	-	0,048657	0,034631	0,152174	-	0,059589	0,033430	0,140622	-	0,056078
Weibull	0,005030	1,387516			0,007016	1,273655			0,006081	1,284032		

2022 için olan model grafikleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.



Şekil 4.3. 2022 Erkek Model Grafikleri



Şekil 4.4. 2022 Kadın Model Grafikleri

Grafiklerden ayrıntılı olarak değerlendirme yapılamadığı için AIC ve SSE değerleri karşılaştırılacaktır.

#### 4.5. Model Seçim

Bu bölümde anlık ölüm hızının kadın ve erkek için Gompertz, Makeham-Gompertz, Kannisto, Weibull, Perks ve Beard modellerinden hangisiyle daha iyi açıklanabildiği bulunacaktır. Bulunan parametreler ile her ölüm modeli için yıllara göre anlık ölüm hızları tahmin edilecektir. Gerçek verilerin, parametrelerini tahmin etmiş olduğumuz Gompertz, Makeham-Gompertz, Perks, Beards, Weibull ve Kannisto modellerinden hangisine daha uygun olduğunu bulabilmek için AIC ve SSE ölçütleri kullanılacaktır. AIC ve SSE ölçütlerinden en küçük değere sahip olan model en iyi model olarak düşünülmektedir. Aşağıdaki çizelgelerde hesaplanan AIC ve SSE değerleri 2020-2022 yılları için kadın ve erkek cinsiyet ayrımında verilmiştir, 2009-2019 yılları için Ek 2’de verilecektir.

Çizelge 4.3. Erkekler 2020-2022 Yılları İçin AIC ve SSE Değerleri

Erkek	2022		2021		2020	
	SSE	AIC	SSE	AIC	SSE	AIC
Gompertz	0,013032	-80,490629	0,016637	-75,850868	0,004867	-99,203614
Kannisto	0,005075	-96,409758	0,010920	-81,850181	0,004566	-98,418920
Makeham Gompertz	0,013032	-78,490620	0,016637	-73,850578	0,004867	-97,203603
Perks	0,002606	-107,070682	0,009482	-82,533575	0,004109	-98,422384
Beard	0,004562	-98,433265	0,010788	-82,081971	0,004093	-100,497031
Weibull	0,010593	-84,428309	0,014676	-78,233416	0,004263	-101,720576

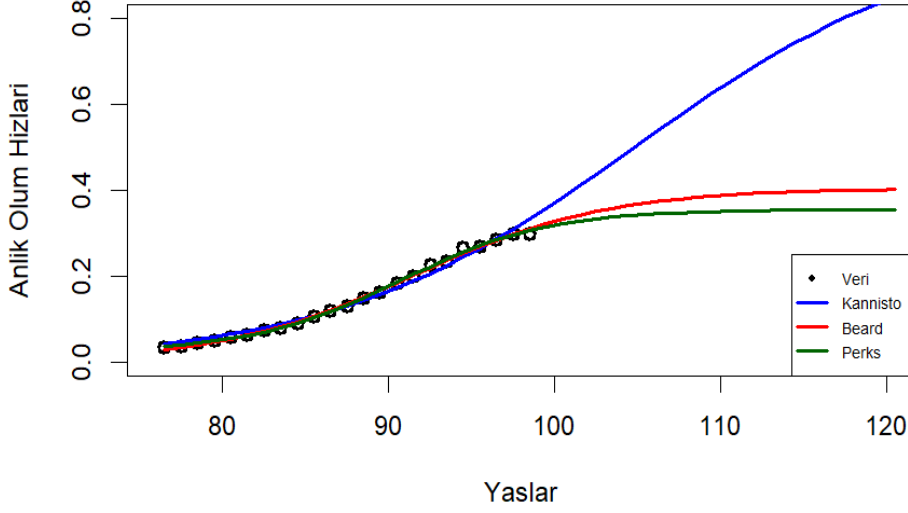
Çizelge 4.4. Kadınlar 2020-2022 Yılları İçin AIC ve SSE Değerleri

Kadın	2022		2021		2020	
	SSE	AIC	SSE	AIC	SSE	AIC
Gompertz	0,008388	-112,806256	0,005230	-123,669935	0,003003	-136,428921
Kannisto	0,004017	-127,743929	0,002122	-142,420373	0,001361	-152,633159
Makeham Gompertz	0,008388	-110,806293	0,005230	-121,669973	0,003003	-134,429075
Perks	0,001604	-146,863154	0,000691	-166,233434	0,000817	-162,384132
Beard	0,001606	-148,821550	0,000853	-163,371717	0,000806	-164,678603
Weibull	0,006317	-119,330340	0,003618	-132,146292	0,001987	-145,935069

Çizelge 4.3. ve 4.4. incelendiğinde tüm yıllar ve cinsiyetler için ayrı ayrı karşılaştırıldığında genel olarak verileri en iyi temsil eden modellerin Kannisto, Beard ve Perks lojistik modelleri olduğu görülmüştür.

Bu modeller arasında Perks ve Beard modellerinin AIC ve SSE değerlerinden daha iyi sonuçlar aldığı görülmektedir. Fakat bu durum, Perks ve Beard modellerinin ölüm hızı uzatmada Kannisto modelinden daha iyi olacağı anlamına gelmemektedir [18]. Kannisto modelinin yalnızca iki parametreye sahip olması, uyum sağlamayı kolaylaştırması ve ileri yaş ölüm hızlarını uzatmada diğer modellerden daha mantıklı tahminler vermesi gibi avantajları olduğu için altı modelin içinde en iyisi olduğu sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda Human Mortality Database’de ölüm sayılarının 110+ yaşına kadar uzatılması ve ileri yaşlardaki anlık ölüm hızlarının pürüzsüzleştirme işlemlerinde Kannisto modeli kullanılmıştır

## Kadın 2018



Şekil 4.5. Uzatılmış Lojistik Modeller

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü üzere Perks ve Beard yöntemleri ileri yaşlardaki ölümlülüğü olduğundan daha düşük tahmin etme eğilimindedir. Human Mortality Database’de 2018 yılı Kore, Almanya ve İspanya hayat tablolarındaki ölüm hızları incelenmiş ve Çizelge 4.5’te 105 yaş ve üzeri ölüm hızları verilmiştir.

Çizelge 4.5. HMD Kadınlar 2018 Yılı Kore, Almanya, İspanya Ölüm Hızları [25]

Yaş	Kore	Almanya	İspanya
105	0,59237	0,67478	0,61092
106	0,62809	0,70876	0,64776
107	0,66247	0,74056	0,68292
108	0,69521	0,77002	0,71611
109	0,72608	0,79705	0,74711
110+	0,75493	0,82164	0,77579

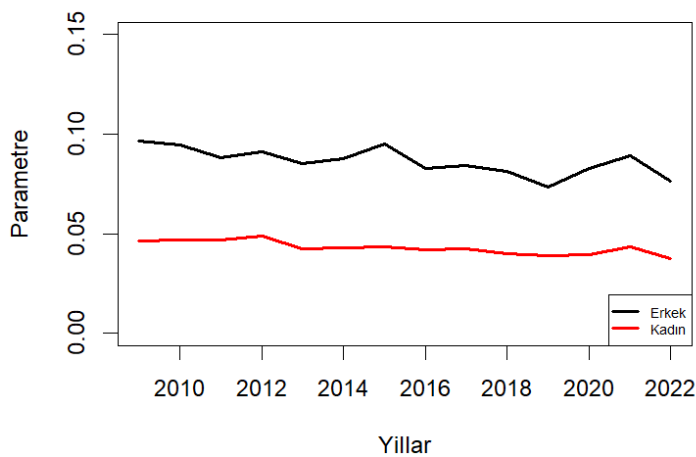
Beklenen yaşam süreleri Türkiye’den daha yüksek olan Kore, Almanya ve İspanya’da 105 yaş ve üzeri ölüm hızları, Türkiye için Perks ve Beard yöntemi ile tahmin edilen ölüm hızlarından bile oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum Perks ve Beard yönteminin 100 yaş ve üzeri ölüm hızlarını olduğundan daha düşük tahmin etme eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Kannisto modelinde eğrinin kırılma noktasındaki yaşı gösteren parametreye  $\phi$  parametresi denmektedir. Bu parametre aynı zamanda ölüm hızının 0,5'e, ölüm olasılığının ise 0,4'e ulaştığı noktayı göstermektedir.  $-\ln(a)$  değerinin b parametresine oranı şeklinde hesaplanır [52]. Kadın ve erkek için yıllar içinde hesaplanan  $\phi$  değerleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir. Covid döneminde bu değerlerin belirgin şekilde düştüğü gözlenmektedir.

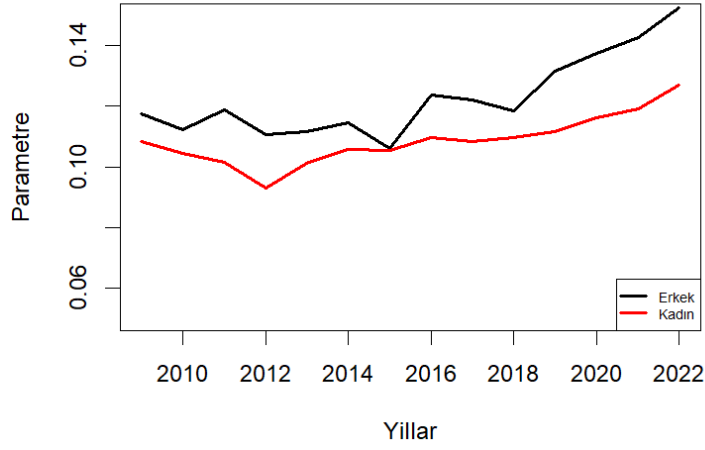
Çizelge 4.6. Kadın ve Erkek 2009-2022 Yılları İçin  $\phi$  Değerleri

Yıl	Kadın	Erkek
2009	104,3996	99,91555
2010	105,3455	101,0253
2011	106,2093	100,4047
2012	108,5192	101,6369
2013	107,1823	102,0343
2014	105,8141	101,2803
2015	105,7859	102,1672
2016	104,8755	100,1695
2017	105,1962	100,2670
2018	105,3526	101,1546
2019	105,0939	99,82965
2020	103,8862	98,13401
2021	102,3158	96,95154
2022	101,8476	96,87402

Kannisto modeli için en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilmiş a ve b parametrelerinin yıllar içindeki değerleri cinsiyet ayrımında aşağıdaki tablolarda verilmiştir.



Şekil 4.6. Yıllar İçerisindeki a Parametresi Değişimi



Şekil 4.7. Yıllar İçerisindeki b Parametresi Değişimi

#### 4.5. Ölüm Hızlarının 120+ Yaşına Kadar Uzatılması

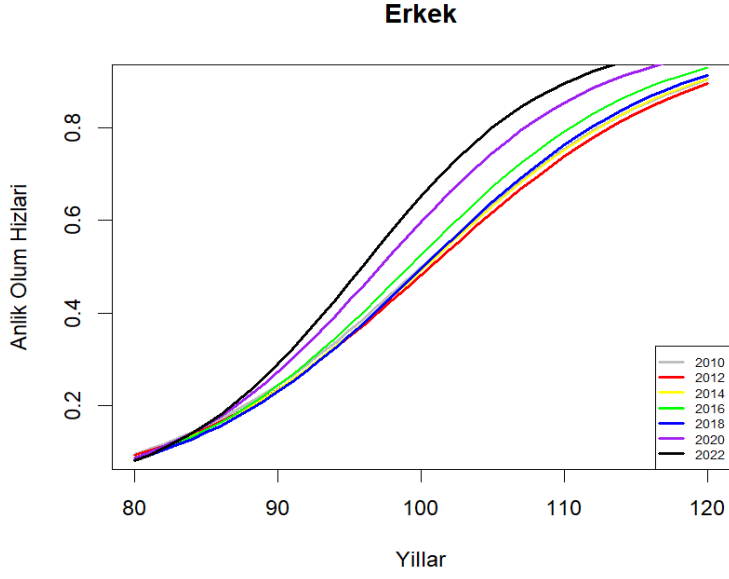
Bu bölümde Kannisto Modeli fonksiyonuyla ölüm hızları 98 yaşından 120 yaşına kadar uzatılmıştır. Kadın ve erkek için uzatılan anlık ölüm hızları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir. Covid-19 salgının Aralık 2019 tarihinde başladığı bilinmektedir. Salgın başladıktan sonra, 2020 yılından itibaren anlık ölüm hızındaki artış dikkat çekmektedir. 2020-2022 için tahmin edilen anlık ölüm hızları aşağıdaki çizelgelerde gösterilmiştir. 2009-2019 yılları için tahmin edilenler Ek 3'te verilecektir.



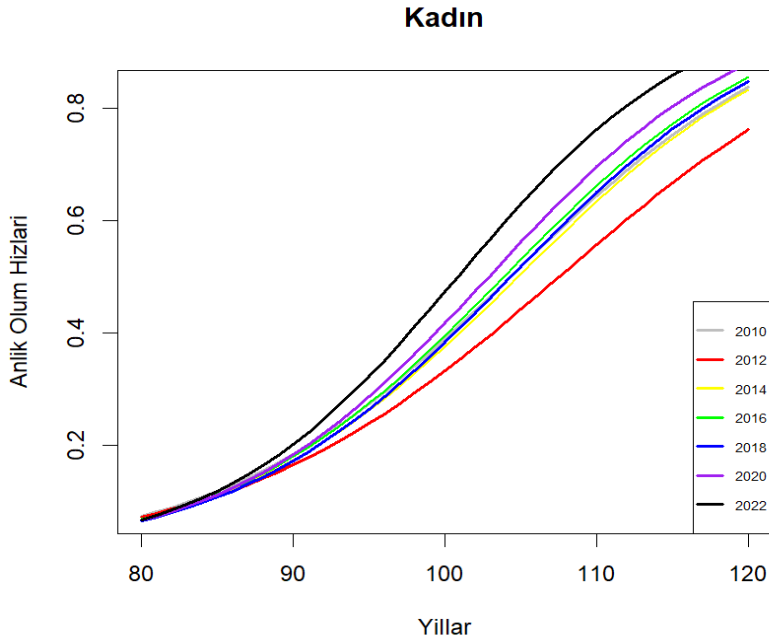
Çizelge 4.7. Kadın ve Erkek Uzatılmış Ölüm Hızları

Kadın	2020	2021	2022	Erkek	2020	2021	2022
80	0,065509	0,073096	0,066071	80	0,086816	0,093026	0,081530
81	0,072988	0,081592	0,074356	81	0,098340	0,105791	0,093708
82	0,081245	0,090978	0,083587	82	0,111207	0,120075	0,107492
83	0,090346	0,101325	0,093848	83	0,125524	0,135995	0,123028
84	0,100355	0,112703	0,105224	84	0,141390	0,153658	0,140457
85	0,111338	0,125181	0,117800	85	0,158897	0,173154	0,159904
86	0,123357	0,138824	0,131658	86	0,178123	0,194555	0,181476
87	0,136474	0,153692	0,146874	87	0,199124	0,217905	0,205246
88	0,150747	0,169839	0,163518	88	0,221932	0,243210	0,231251
89	0,166225	0,187307	0,181647	89	0,246549	0,270438	0,259475
90	0,182949	0,206126	0,201301	90	0,272938	0,299508	0,289844
91	0,200951	0,226308	0,222504	91	0,301023	0,330289	0,322222
92	0,220247	0,247850	0,245255	92	0,330684	0,362595	0,356401
93	0,240837	0,270725	0,269525	93	0,361755	0,396191	0,392108
94	0,262703	0,294883	0,295258	94	0,394027	0,430797	0,429008
95	0,285807	0,320251	0,322363	95	0,427250	0,466092	0,466714
96	0,310089	0,346727	0,350718	96	0,461143	0,501730	0,504805
97	0,335464	0,374188	0,380168	97	0,495399	0,537350	0,542840
98	0,361827	0,402483	0,410528	98	0,529698	0,572593	0,580382
99	0,389049	0,431443	0,441584	99	0,563719	0,607114	0,617016
100	0,416981	0,460880	0,473105	100	0,597151	0,640597	0,652367
101	0,445456	0,490592	0,504841	101	0,629704	0,672765	0,686115
102	0,474294	0,520371	0,536538	102	0,661119	0,703387	0,718004
103	0,503304	0,550005	0,567943	103	0,691176	0,732283	0,747843
104	0,532292	0,579289	0,598811	104	0,719697	0,759328	0,775512
105	0,561063	0,608025	0,628915	105	0,746550	0,784444	0,800953
106	0,589430	0,636032	0,658049	106	0,771647	0,807604	0,824164
107	0,617214	0,663146	0,686038	107	0,794941	0,828818	0,845192
108	0,644253	0,689228	0,712737	108	0,816425	0,848133	0,864120
109	0,670402	0,714160	0,738031	109	0,836121	0,865622	0,881059
110	0,695537	0,737853	0,761843	110	0,854082	0,881379	0,896141
111	0,719557	0,760241	0,784124	111	0,870380	0,895511	0,909506
112	0,742384	0,781284	0,804854	112	0,885102	0,908135	0,921303
113	0,763963	0,800964	0,824040	113	0,898348	0,919371	0,931677
114	0,784259	0,819283	0,841710	114	0,910221	0,929340	0,940772
115	0,803259	0,836260	0,857913	115	0,920830	0,938159	0,948722
116	0,820968	0,851930	0,872707	116	0,930281	0,945941	0,955656
117	0,837406	0,866341	0,886166	117	0,938679	0,952794	0,961690
118	0,852606	0,879547	0,898367	118	0,946124	0,958815	0,966931
119	0,866611	0,891612	0,909394	119	0,952711	0,964098	0,971477
120	0,879473	0,902602	0,919332	120	0,958527	0,968725	0,975413

Kannisto modeli ile tahmin edilen ölüm hızlarının seneler içindeki değişiminin daha net olarak görülebilmesi için aşağıdaki grafiklerde kadın ve erkek için senelere göre ölüm hızları verilmiştir. Grafiklerde net olarak Covid-19 döneminde ölüm hızlarındaki artış görülebilmektedir



Şekil 4.8. Erkek Yaşlara Göre Ölüm Hızlarındaki Değişim



Şekil 4.9. Kadın Yaşlara Göre Ölüm Hızlarındaki Değişim

#### 4.6. Hayat Tablosu Oluşturma

120 yaşına kadar uzattığımız anlık ölüm hızları ölüm olasılıklarına çevrilip yıllar itibarıyla cinsiyet ayrımında hayat tabloları yapılmıştır. Hayat tablosunda başlangıç yaşıyan kişi sayısı 100.000 olarak alınmıştır, 2022 için yapılan hayat tabloları aşağıdaki çizelgede

gösterilmiştir, diğer yıllara ait ölüm olasılıkları ve beklenen yaşam süreleri Ek 4 ve 5'te verilecektir.

Çizelge 4.8. Erkekler 2022 İçin Hayat Tablosu

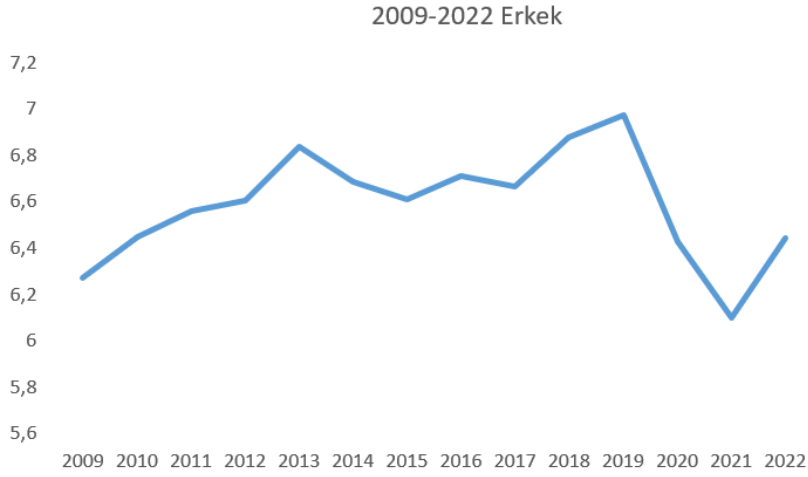
Erkekler	lx	dx	qx	px	mx	Lx	Tx	ex
80	100000,00	7833,64	0,081530	0,078336	0,921664	96083,18	644059,01	6,440590
81	92166,36	8250,15	0,093708	0,089514	0,910486	88041,29	547975,83	5,945508
82	83916,21	8560,23	0,107492	0,102009	0,897991	79636,10	459934,55	5,480878
83	75355,98	8733,67	0,123028	0,115899	0,884101	70989,15	380298,45	5,046692
84	66622,31	8743,52	0,140457	0,131240	0,868760	62250,56	309309,30	4,642728
85	57878,80	8569,88	0,159904	0,148066	0,851934	53593,86	247058,74	4,268553
86	49308,92	8203,96	0,181476	0,166379	0,833621	45206,93	193464,88	3,923527
87	41104,95	7651,43	0,205246	0,186144	0,813856	37279,24	148257,95	3,606815
88	33453,52	6934,37	0,231251	0,207284	0,792716	29986,34	110978,71	3,317400
89	26519,15	6090,84	0,259475	0,229677	0,770323	23473,73	80992,38	3,054109
90	20428,31	5171,56	0,289844	0,253156	0,746844	17842,53	57518,65	2,815634
91	15256,76	4233,93	0,322222	0,277512	0,722488	13139,79	39676,11	2,600561
92	11022,83	3334,36	0,356401	0,302496	0,697504	9355,65	26536,32	2,407397
93	7688,47	2520,55	0,392108	0,327835	0,672165	6428,20	17180,67	2,234603
94	5167,92	1825,50	0,429008	0,353237	0,646763	4255,17	10752,48	2,080619
95	3342,42	1264,80	0,466714	0,378410	0,621590	2710,02	6497,31	1,943893
96	2077,62	837,42	0,504805	0,403069	0,596931	1658,90	3787,29	1,822901
97	1240,19	529,51	0,542840	0,426956	0,573044	975,44	2128,38	1,716172
98	710,69	319,70	0,580382	0,449842	0,550158	550,84	1152,95	1,622300
99	390,99	184,37	0,617016	0,471541	0,528459	298,81	602,11	1,539957
100	206,62	101,64	0,652367	0,491913	0,508087	155,80	303,30	1,467907
101	104,98	53,63	0,686115	0,510861	0,489139	78,17	147,50	1,405003
102	51,35	27,13	0,718004	0,528332	0,471668	37,79	69,33	1,350196
103	24,22	13,18	0,747843	0,544313	0,455687	17,63	31,55	1,302529
104	11,04	6,17	0,775512	0,558824	0,441176	7,95	13,92	1,261139
105	4,87	2,78	0,800953	0,571915	0,428085	3,48	5,97	1,225251
106	2,08	1,22	0,824164	0,583652	0,416348	1,48	2,49	1,194174
107	0,87	0,52	0,845192	0,594120	0,405880	0,61	1,01	1,167293
108	0,35	0,21	0,864120	0,603411	0,396589	0,25	0,40	1,144064
109	0,14	0,09	0,881059	0,611622	0,388378	0,10	0,16	1,124006
110	0,05	0,03	0,896141	0,618852	0,381148	0,04	0,06	1,106696
111	0,02	0,01	0,909506	0,625196	0,374804	0,01	0,02	1,091758
112	0,01	0,00	0,921303	0,630748	0,369252	0,01	0,01	1,078849
113	0,00	0,00	0,931677	0,635593	0,364407	0,00	0,00	1,067625
114	0,00	0,00	0,940772	0,639813	0,360187	0,00	0,00	1,057667
115	0,00	0,00	0,948722	0,643480	0,356520	0,00	0,00	1,048271
116	0,00	0,00	0,955656	0,646663	0,353337	0,00	0,00	1,037842
117	0,00	0,00	0,961690	0,649420	0,350580	0,00	0,00	1,022177
118	0,00	0,00	0,966931	0,651806	0,348194	0,00	0,00	0,989466
119	0,00	0,00	0,971477	0,653868	0,346132	0,00	0,00	0,905727
120	0,00	0,00	0,975413	1,000000	0,000000	0,00	0,00	0,672175

Çizelge 4.9. Kadınlar 2022 İçin Hayat Tablosu

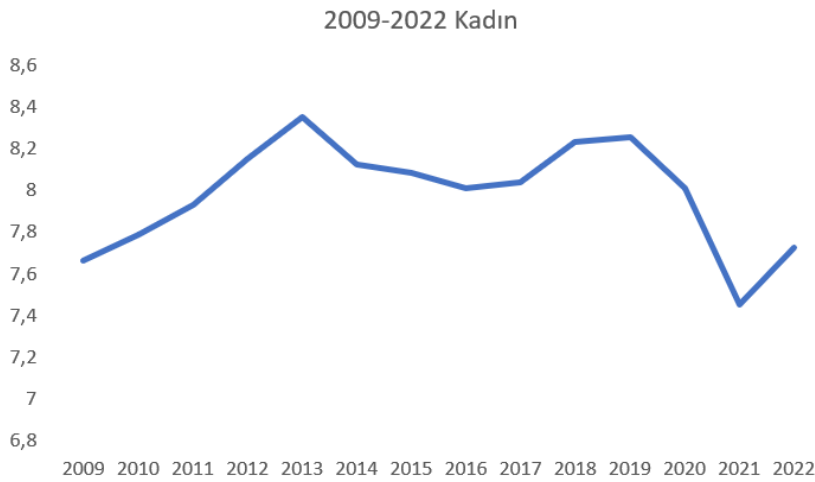
Kadınlar	lx	dx	mx	qx	px	Lx	Tx	ex
80	100000,00	6395,77	0,066071	0,063958	0,936042	96802,12	772722,91	7,727229
81	93604,23	6710,53	0,074356	0,071691	0,928309	90248,96	675920,80	7,221050
82	86893,70	6971,81	0,083587	0,080234	0,919766	83407,79	585671,83	6,740096
83	79921,89	7164,34	0,093848	0,089642	0,910358	76339,72	502264,04	6,284437
84	72757,55	7273,20	0,105224	0,099965	0,900035	69120,95	425924,32	5,854023
85	65484,35	7284,98	0,117800	0,111248	0,888752	61841,86	356803,38	5,448682
86	58199,37	7189,15	0,131658	0,123526	0,876474	54604,80	294961,52	5,068122
87	51010,22	6979,53	0,146874	0,136826	0,863174	47520,46	240356,73	4,711932
88	44030,69	6655,66	0,163518	0,151160	0,848840	40702,86	192836,27	4,379587
89	37375,03	6223,78	0,181647	0,166523	0,833477	34263,14	152133,40	4,070455
90	31151,25	5697,34	0,201301	0,182893	0,817107	28302,58	117870,26	3,783805
91	25453,91	5096,60	0,222504	0,200228	0,799772	22905,61	89567,68	3,518819
92	20357,31	4447,36	0,245255	0,218465	0,781535	18133,63	66662,08	3,274601
93	15909,95	3778,88	0,269525	0,237517	0,762483	14020,51	48528,45	3,050195
94	12131,07	3121,04	0,295258	0,257276	0,742724	10570,55	34507,94	2,844592
95	9010,03	2501,33	0,322363	0,277616	0,722384	7759,36	23937,39	2,656749
96	6508,70	1942,15	0,350718	0,298392	0,701608	5537,62	16178,03	2,485601
97	4566,55	1458,77	0,380168	0,319447	0,680553	3837,17	10640,40	2,330074
98	3107,78	1058,55	0,410528	0,340612	0,659388	2578,51	6803,23	2,189096
99	2049,23	741,25	0,441584	0,361720	0,638280	1678,61	4224,73	2,061614
100	1307,99	500,44	0,473105	0,382600	0,617400	1057,77	2546,12	1,946595
101	807,55	325,52	0,504841	0,403092	0,596908	644,79	1488,35	1,843042
102	482,03	203,92	0,536538	0,423048	0,576952	380,07	843,56	1,750000
103	278,11	123,02	0,567943	0,442333	0,557667	216,60	463,49	1,666556
104	155,09	71,47	0,598811	0,460835	0,539165	119,36	246,88	1,591851
105	83,62	40,01	0,628915	0,478460	0,521540	63,62	127,53	1,525077
106	43,61	21,59	0,658049	0,495137	0,504863	32,81	63,91	1,465479
107	22,02	11,25	0,686038	0,510818	0,489182	16,39	31,10	1,412359
108	10,77	5,66	0,712737	0,525474	0,474526	7,94	14,70	1,365070
109	5,11	2,76	0,738031	0,539096	0,460904	3,73	6,76	1,323021
110	2,36	1,30	0,761843	0,551692	0,448308	1,71	3,03	1,285668
111	1,06	0,59	0,784124	0,563282	0,436718	0,76	1,32	1,252518
112	0,46	0,26	0,804854	0,573901	0,426099	0,33	0,56	1,223121
113	0,20	0,11	0,824040	0,583589	0,416411	0,14	0,24	1,197072
114	0,08	0,05	0,841710	0,592397	0,407603	0,06	0,10	1,174002
115	0,03	0,02	0,857913	0,600377	0,399623	0,02	0,04	1,153575
116	0,01	0,01	0,872707	0,607585	0,392415	0,01	0,02	1,135480
117	0,01	0,00	0,886166	0,614078	0,385922	0,00	0,01	1,119408
118	0,00	0,00	0,898367	0,619912	0,380088	0,00	0,00	1,105008
119	0,00	0,00	0,909394	0,625143	0,374857	0,00	0,00	1,091760
120	0,00	0,00	0,919332	1,000000	0,000000	0,00	0,00	1,078630

Şekil 4.7 ve 4.8 incelendiğinde ileri yaş için beklenen yaşam sürelerinin kadınlarda erkeklerden her yaş için daha yüksek olduğu görülmektedir, paralel olarak her yaş için erkeklerdeki ölüm hızları da kadınlardan daha yüksek seyretmektedir.

2009-2022 yılları için Kannisto modeli ile tahmin edilmiş 80 yaş beklenen yaşam süreleri grafikte gösterilmiştir.

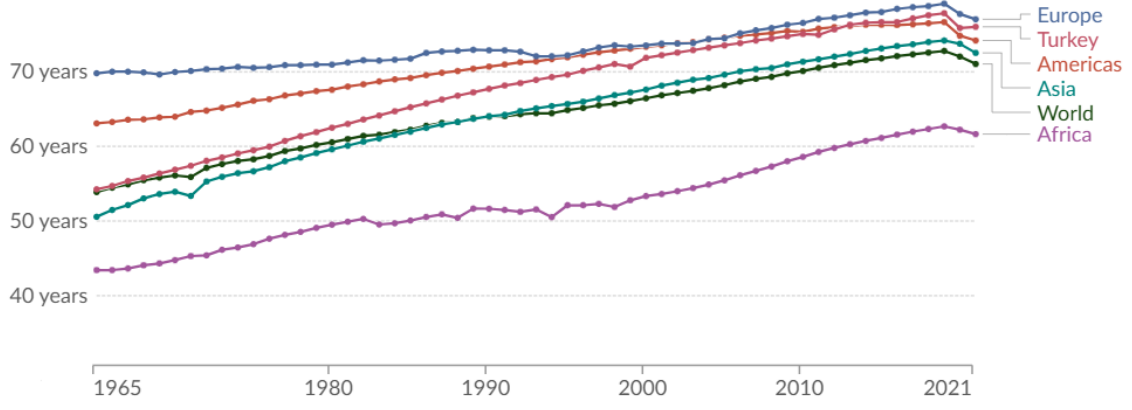


Şekil 4.10. Yıllar İçerisinde Erkek 80 Yaş Beklenen Yaşam Süresi Değişimi



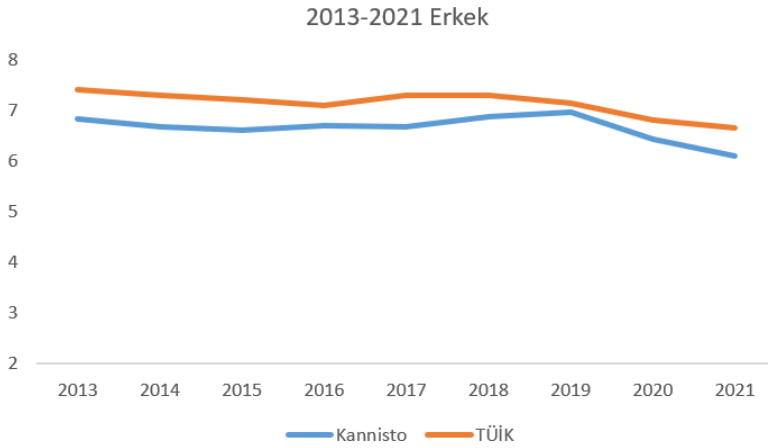
Şekil 4.11. Yıllar İçerisinde Kadın 80 Yaş Beklenen Yaşam Süresi Değişimi

Normal şartlar altında beklenen yaşam süresinin tıp ve sağlık sistemindeki gelişmeler, insanların yaşam tarzlarındaki değişiklikler, temel ihtiyaçlara daha kolay erişilebilmesi ve sosyal güvenlik sistemlerindeki gelişmeler nedenleriyle yıllar geçtikçe artma eğiliminde olması beklenir. Fakat Covid-19 salgını nedeniyle 2020-22 yıllarında beklenen yaşam sürelerinde bir miktar azalma olduğu görülmektedir. Sağlık Bakanlığı'na göre Covid-19 salgını nedeniyle hayatını kaybedenlerin toplam sayısı 101.492 olarak bildirilmiştir [53]. Covid-19 salgınından dolayı gerçekleşen ölümlerin büyük bir çoğunluğunun yaşlı nüfusta gerçekleştiği bilinmektedir. 2020 ve 2021 yıllarında da dünya genelinde beklenen yaşam sürelerinde olan düşüş dikkat çekmektedir. 2019 yılında dünya genelinde ortalama beklenen yaşam süresi 72.8 iken 2021 yılında bu ortalamanın 71 seneye gerilediği görülmektedir [54]

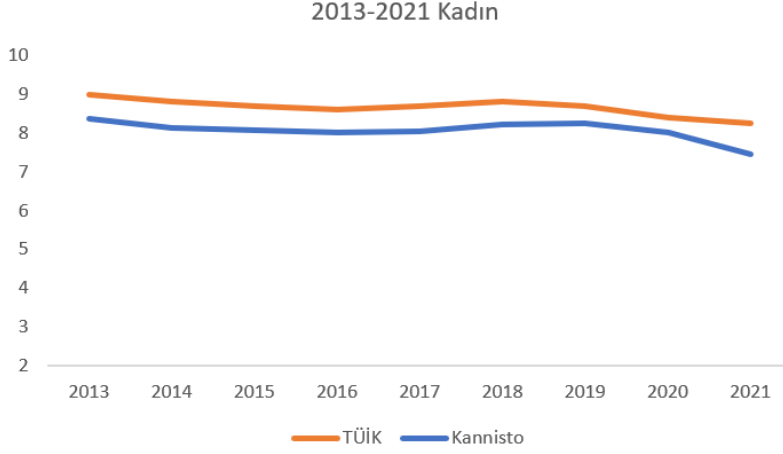


Şekil 4.12. Dünya Geneli Beklenen Yaşam Süreleri

TÜİK hayat tablolarından alınan 80 yaş beklenen yaşam süreleriyle, Kannisto modeli ile tahmin edilmiş 80 yaş beklenen yaşam süreleri karşılaştırmaları Şekil 4.13. ve Şekil 4.14'te verilmiştir. TÜİK beklenen yaşam sürelerinin, Kannisto modeli ile elde edilen beklenen yaşam sürelerinden bir miktar daha yüksek olduğu görülmektedir. TRH 2010 hayat tablosunda ise 80 yaş erkek beklenen yaşam süresi 5.99, kadın için ise 7.01'dir [27]. Kannisto modeli ile hesaplanan 2010 beklenen yaşam süreleri ise erkek için 6.44 kadın için 7.78 senedir.



Şekil 4.13. Erkekler Beklenen Yaşam Süreleri Karşılaştırması



Şekil 4.14. Kadınlar Beklenen Yaşam Süreleri Karşılaştırması

#### 4.7. Lee-Carter ile Geleceğe İlişkin Ölüm Hızı Tahminleri

2019-2022 yılları arasında anlık ölüm hızlarındaki olağan dışı artışlar nedeniyle 2020-2022 yılı beklenen yaşam süresi tahmini hesaplamalarına katılmamıştır. 2009-2019 yıllarındaki ölüm hızları için Lee Carter yöntemi ile 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 ve 2050 yılları 80-98 yaş ölüm hızları tahmin edilmiştir, bulunan ölüm hızları Kannisto modeli ile pürüzsüzleştirilmiş ve 120 yaşına kadar uzatılmıştır. Lee Carter yöntemi, R programında “demography” paketindeki “lca” fonksiyonuyla uygulanmıştır. Tahmin edilen ölüm hızları ve beklenen yaşam süreleri aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir. Aşağıda Kadın ve Erkek için olan parametre grafikleri de verilmiştir. Bu grafiklerde  $a_x$  parametresi ölüm hızlarının yaşlara göre logaritmasını,  $k_t$  ölüm hızlarındaki zamanla tahmin edilen düşüşü,  $b_x$ , ise ölümlülük değişiminin yaşa göre etkisini göstermektedir. Grafiklerden de görüldüğü üzere gelecek yıllarda ölüm hızlarında düşüş olacağı tahmin edilmektedir.

Şekil 4.15. Erkek Lee Carter Parametre Grafikleri



Şekil 4.16. Kadın Lee Carter Parametre Grafikleri





Çizelge 4.10. Kadın ve Erkek 2025-2050 Tahmin Edilen Ölüm Hızları

Erkek	2025	2030	2035	2040	2045	2050
80	0,0811	0,0750	0,0695	0,0645	0,0601	0,0560
81	0,0906	0,0841	0,0782	0,0729	0,0681	0,0637
82	0,1012	0,0943	0,0880	0,0823	0,0771	0,0724
83	0,1128	0,1055	0,0988	0,0928	0,0872	0,0821
84	0,1256	0,1179	0,1109	0,1044	0,0985	0,0931
85	0,1395	0,1315	0,1241	0,1173	0,1111	0,1053
86	0,1548	0,1465	0,1388	0,1316	0,1250	0,1189
87	0,1714	0,1628	0,1548	0,1474	0,1404	0,1340
88	0,1894	0,1806	0,1723	0,1646	0,1574	0,1507
89	0,2088	0,1998	0,1914	0,1834	0,1760	0,1690
90	0,2297	0,2206	0,2120	0,2039	0,1963	0,1891
91	0,2519	0,2428	0,2342	0,2260	0,2183	0,2110
92	0,2756	0,2666	0,2580	0,2498	0,2421	0,2347
93	0,3005	0,2917	0,2833	0,2752	0,2675	0,2601
94	0,3268	0,3182	0,3100	0,3021	0,2946	0,2873
95	0,3541	0,3459	0,3381	0,3305	0,3232	0,3161
96	0,3824	0,3747	0,3673	0,3601	0,3532	0,3464
97	0,4116	0,4045	0,3976	0,3909	0,3844	0,3780
98	0,4413	0,4349	0,4286	0,4225	0,4165	0,4107
99	0,4715	0,4659	0,4603	0,4548	0,4494	0,4442
100	0,5020	0,4971	0,4922	0,4875	0,4828	0,4782
101	0,5324	0,5283	0,5243	0,5203	0,5163	0,5124
102	0,5625	0,5593	0,5561	0,5529	0,5496	0,5464
103	0,5922	0,5899	0,5875	0,5850	0,5826	0,5801
104	0,6213	0,6197	0,6181	0,6165	0,6148	0,6130
105	0,6495	0,6487	0,6479	0,6470	0,6460	0,6449
106	0,6767	0,6767	0,6766	0,6763	0,6760	0,6756
107	0,7028	0,7034	0,7040	0,7044	0,7047	0,7049
108	0,7276	0,7288	0,7300	0,7309	0,7318	0,7325
109	0,7510	0,7528	0,7545	0,7559	0,7573	0,7584
110	0,7731	0,7754	0,7774	0,7793	0,7810	0,7826
111	0,7937	0,7964	0,7988	0,8011	0,8031	0,8050
112	0,8130	0,8159	0,8186	0,8211	0,8234	0,8256
113	0,8308	0,8340	0,8369	0,8396	0,8421	0,8444
114	0,8472	0,8506	0,8536	0,8565	0,8591	0,8616
115	0,8623	0,8658	0,8689	0,8719	0,8746	0,8771
116	0,8762	0,8797	0,8829	0,8858	0,8886	0,8911
117	0,8888	0,8923	0,8955	0,8984	0,9012	0,9037
118	0,9003	0,9037	0,9069	0,9098	0,9125	0,9150
119	0,9107	0,9141	0,9172	0,9200	0,9226	0,9250
120	0,9201	0,9234	0,9264	0,9291	0,9317	0,9340

Kadın	2025	2030	2035	2040	2045	2050
80	0,0638	0,0595	0,0556	0,0522	0,0491	0,0463
81	0,0706	0,0661	0,0621	0,0584	0,0552	0,0522
82	0,0781	0,0734	0,0692	0,0654	0,0619	0,0588
83	0,0863	0,0815	0,0771	0,0731	0,0694	0,0662
84	0,0954	0,0904	0,0858	0,0816	0,0778	0,0744
85	0,1052	0,1001	0,0954	0,0910	0,0871	0,0835
86	0,1159	0,1107	0,1059	0,1014	0,0974	0,0936
87	0,1276	0,1223	0,1174	0,1129	0,1087	0,1048
88	0,1403	0,1350	0,1300	0,1254	0,1212	0,1172
89	0,1540	0,1487	0,1438	0,1392	0,1349	0,1309
90	0,1688	0,1636	0,1587	0,1542	0,1499	0,1459
91	0,1846	0,1797	0,1749	0,1704	0,1662	0,1622
92	0,2017	0,1969	0,1924	0,1880	0,1839	0,1800
93	0,2198	0,2154	0,2111	0,2070	0,2031	0,1993
94	0,2391	0,2351	0,2311	0,2273	0,2237	0,2202
95	0,2596	0,2560	0,2525	0,2491	0,2458	0,2425
96	0,2811	0,2781	0,2751	0,2721	0,2692	0,2663
97	0,3037	0,3013	0,2989	0,2965	0,2941	0,2916
98	0,3273	0,3256	0,3238	0,3220	0,3202	0,3182
99	0,3518	0,3509	0,3498	0,3487	0,3475	0,3461
100	0,3771	0,3770	0,3768	0,3764	0,3758	0,3751
101	0,4030	0,4039	0,4045	0,4049	0,4051	0,4049
102	0,4296	0,4314	0,4328	0,4340	0,4350	0,4356
103	0,4565	0,4593	0,4616	0,4636	0,4654	0,4667
104	0,4837	0,4874	0,4906	0,4935	0,4960	0,4980
105	0,5110	0,5156	0,5197	0,5234	0,5267	0,5294
106	0,5383	0,5438	0,5487	0,5532	0,5572	0,5606
107	0,5653	0,5716	0,5773	0,5825	0,5872	0,5913
108	0,5919	0,5990	0,6055	0,6113	0,6166	0,6213
109	0,6180	0,6258	0,6329	0,6394	0,6452	0,6504
110	0,6435	0,6519	0,6595	0,6665	0,6728	0,6784
111	0,6681	0,6771	0,6852	0,6926	0,6993	0,7052
112	0,6919	0,7013	0,7097	0,7175	0,7244	0,7306
113	0,7147	0,7244	0,7331	0,7411	0,7483	0,7546
114	0,7364	0,7463	0,7553	0,7634	0,7707	0,7771
115	0,7570	0,7671	0,7762	0,7843	0,7917	0,7982
116	0,7766	0,7867	0,7957	0,8039	0,8112	0,8176
117	0,7950	0,8050	0,8140	0,8221	0,8293	0,8356
118	0,8122	0,8221	0,8310	0,8389	0,8460	0,8522
119	0,8283	0,8381	0,8467	0,8545	0,8613	0,8673
120	0,8433	0,8528	0,8612	0,8687	0,8754	0,8811

Çizelge 4.11. Kadın ve Erkek 2025-2050 Beklenen Yaşam Süreleri

Erkek	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Kadın	2025	2030	2035	2040	2045	2050
80	6,9577	7,2249	7,4862	7,7411	7,9895	8,2313	80	8,3131	8,5536	8,7842	9,0040	9,2122	9,4103
81	6,5033	6,7486	6,9890	7,2240	7,4533	7,6771	81	7,8276	8,0471	8,2581	8,4595	8,6506	8,8330
82	6,0730	6,2973	6,5174	6,7329	6,9436	7,1495	82	7,3638	7,5630	7,7549	7,9384	8,1129	8,2798
83	5,6668	5,8708	6,0713	6,2679	6,4605	6,6490	83	6,9217	7,1014	7,2748	7,4410	7,5993	7,7510
84	5,2843	5,4689	5,6505	5,8290	6,0041	6,1757	84	6,5013	6,6622	6,8179	6,9674	7,1100	7,2471
85	4,9252	5,0913	5,2550	5,4161	5,5744	5,7297	85	6,1022	6,2453	6,3841	6,5175	6,6452	6,7682
86	4,5891	4,7377	4,8844	5,0289	5,1711	5,3109	86	5,7244	5,8506	5,9733	6,0915	6,2047	6,3143
87	4,2753	4,4075	4,5381	4,6670	4,7940	4,9189	87	5,3674	5,4777	5,5852	5,6890	5,7886	5,8853
88	3,9831	4,1000	4,2157	4,3299	4,4425	4,5535	88	5,0309	5,1263	5,2196	5,3098	5,3966	5,4811
89	3,7120	3,8147	3,9163	4,0168	4,1161	4,2139	89	4,7145	4,7961	4,8760	4,9535	5,0283	5,1014
90	3,4610	3,5506	3,6394	3,7272	3,8140	3,8996	90	4,4177	4,4864	4,5540	4,6198	4,6833	4,7458
91	3,2294	3,3069	3,3838	3,4600	3,5353	3,6097	91	4,1397	4,1967	4,2530	4,3079	4,3612	4,4138
92	3,0161	3,0827	3,1488	3,2143	3,2792	3,3433	92	3,8802	3,9263	3,9723	4,0173	4,0611	4,1048
93	2,8203	2,8770	2,9333	2,9892	3,0445	3,0993	93	3,6383	3,6747	3,7112	3,7472	3,7825	3,8179
94	2,6410	2,6888	2,7363	2,7835	2,8303	2,8766	94	3,4133	3,4410	3,4691	3,4970	3,5245	3,5526
95	2,4771	2,5171	2,5567	2,5961	2,6353	2,6740	95	3,2046	3,2244	3,2450	3,2657	3,2863	3,3077
96	2,3278	2,3607	2,3935	2,4260	2,4583	2,4904	96	3,0113	3,0243	3,0382	3,0525	3,0670	3,0826
97	2,1920	2,2188	2,2454	2,2719	2,2982	2,3244	97	2,8327	2,8396	2,8477	2,8564	2,8656	2,8760
98	2,0688	2,0902	2,1115	2,1327	2,1538	2,1748	98	2,6680	2,6697	2,6727	2,6766	2,6811	2,6871
99	1,9573	1,9740	1,9906	2,0073	2,0239	2,0404	99	2,5164	2,5135	2,5123	2,5120	2,5126	2,5148
100	1,8564	1,8691	1,8818	1,8945	1,9073	1,9200	100	2,3771	2,3704	2,3655	2,3617	2,3590	2,3580
101	1,7655	1,7747	1,7841	1,7935	1,8029	1,8124	101	2,2493	2,2395	2,2315	2,2249	2,2194	2,2157
102	1,6835	1,6899	1,6964	1,7030	1,7097	1,7165	102	2,1323	2,1199	2,1095	2,1004	2,0927	2,0868
103	1,6099	1,6138	1,6179	1,6222	1,6266	1,6311	103	2,0254	2,0109	1,9985	1,9876	1,9781	1,9704
104	1,5437	1,5457	1,5478	1,5501	1,5527	1,5553	104	1,9278	1,9117	1,8977	1,8853	1,8744	1,8654
105	1,4844	1,4847	1,4853	1,4860	1,4870	1,4881	105	1,8388	1,8215	1,8064	1,7929	1,7810	1,7710
106	1,4313	1,4303	1,4296	1,4290	1,4288	1,4287	106	1,7578	1,7397	1,7237	1,7095	1,6969	1,6862
107	1,3838	1,3817	1,3800	1,3785	1,3772	1,3762	107	1,6842	1,6655	1,6491	1,6344	1,6213	1,6102
108	1,3413	1,3385	1,3359	1,3336	1,3317	1,3299	108	1,6173	1,5984	1,5817	1,5668	1,5535	1,5421
109	1,3034	1,2999	1,2968	1,2940	1,2914	1,2891	109	1,5566	1,5377	1,5209	1,5060	1,4927	1,4812
110	1,2696	1,2657	1,2621	1,2589	1,2559	1,2532	110	1,5017	1,4829	1,4663	1,4515	1,4383	1,4269
111	1,2395	1,2352	1,2314	1,2278	1,2246	1,2217	111	1,4519	1,4334	1,4171	1,4026	1,3897	1,3785
112	1,2126	1,2082	1,2042	1,2005	1,1971	1,1939	112	1,4069	1,3888	1,3729	1,3588	1,3462	1,3354
113	1,1887	1,1842	1,1801	1,1763	1,1728	1,1696	113	1,3662	1,3487	1,3333	1,3196	1,3075	1,2970
114	1,1674	1,1629	1,1588	1,1550	1,1515	1,1483	114	1,3294	1,3125	1,2977	1,2845	1,2729	1,2629
115	1,1485	1,1440	1,1399	1,1362	1,1328	1,1295	115	1,2961	1,2799	1,2657	1,2532	1,2421	1,2325
116	1,1316	1,1272	1,1232	1,1195	1,1163	1,1128	116	1,2660	1,2505	1,2370	1,2250	1,2145	1,2055
117	1,1163	1,1121	1,1082	1,1047	1,1016	1,0977	117	1,2384	1,2237	1,2109	1,1996	1,1897	1,1812
118	1,1022	1,0982	1,0945	1,0911	1,0885	1,0830	118	1,2126	1,1988	1,1867	1,1762	1,1669	1,1589
119	1,0882	1,0844	1,0809	1,0778	1,0760	1,0662	119	1,1871	1,1742	1,1631	1,1533	1,1448	1,1374
120	1,0717	1,0682	1,0650	1,0621	1,0624	1,0406	120	1,1585	1,1468	1,1367	1,1279	1,1202	1,1136

TÜİK'in nüfus projeksiyonuna paralel olarak Çizelge 4.9. ve 4.10.'da görüldüğü gibi pandemi, savaş vb. gibi olağanüstü durumlar olmadıkça belirli bir yaşa kadar beklenen yaşam sürelerinin yıllar içinde artması, ölüm hızlarının ise azalması beklenmektedir. Bu tahminler yıllar içerisinde yaşlı nüfus oranının artmasına işaret etmektedir.

## 5. DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada TÜİK'ten alınan 2009-2022 yılları için kadın ve erkek tekli yaşlardaki nüfus ve ölüm verileri kullanılarak ölüm hızları hesaplanmıştır. Model seçim kriterlerinden AIC ve SSE ölçütleri kullanılarak Gompertz, Weibull, Makeham Gompertz, Kannisto, Perks, Beard ölüm modellerinden hangisinin Türkiye verisi için daha uygun olduğuna karar verilmiştir. Bu altı modelin içinden lojistik modellerin (Perks, Beard, Kannisto) yaşa göre anlık ölüm hızı verilerine daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Lojistik modellerden de Kannisto modelinin yalnızca iki parametreye sahip olması, uyum sağlamayı kolaylaştırması ve ileri yaş ölüm hızlarını uzatmada diğer modellerden daha mantıklı ve mantıklı tahminler vermesi gibi avantajları olduğu için altı modelin içinde en iyisi olduğu sonucuna varılmıştır. Literatürde ileri yaş ölümlülüğü için sıklıkla Kannisto modelinin tercih edildiği görülmektedir. Bu tezde bulunan sonuçlara paralel olarak 1998 yılında yapılmış “The Force of Mortality at Ages 80 to 120” çalışmasında 13 ülke (Avusturya, Danimarka, İngiltere, Finlandiya, Fransa, Batı Almanya, İzlanda, İtalya, Japonya, Hollanda, Norveç, İsveç) için 6 model (Gompertz, Weibull, Helligman & Pollard, Quadratic, Logistic ve Kannisto) üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Sonuç olarak Logistic, Kannisto ve Quadratic modellerin hepsinin sonuçları gözlemlenen değerlere diğer modellere göre daha yakın çıkmıştır. Yapılan uyum iyiliği testleri kesin bir sonuç vermemiştir. Ancak Kannisto modelinin sahip olduğu avantajlar nedeniyle altı model içinde en uygunu olduğu sonucuna varılmıştır [23].

Horiuchi ve Coale'nin ileri yaşlardaki ileri yaşa başlangıç olan yaşı bulmak için geliştirdikleri yöntem kullanılarak ölüm hızlarındaki artışın kadınlar için 76 yaştan, erkekler için ise 81 yaştan civarlarında düşmeye başladığı görülmüştür. Bu nedenle Kannisto Modeli kullanılmaya bu yaşlardan itibaren başlanmıştır. Literatürde HMD'de ileri yaş ölümlülük 80 yaştan [25], İtalya'da yaşlılık ölümlerini tahmin etmek ve karşılaştırmak için yapılan çalışmada ise 70 yaşından başladığı görülmektedir [20].

Kannisto Modeli ile hem 80-98 yaş arası anlık ölüm hızları pürüzsüzleştirilmiş hem de 98-120 yaş aralığında ölüm hızları tahminleri ile uzatma yapılmıştır. Tahmin edilen ölüm hızlarından ölüm olasılıkları hesaplanmış ve bu olasılıklarla 2009-2022 yılları arası hayat tabloları oluşturulmuştur. 80 yaş için bulunan beklenen yaşam süreleri TÜİK hayat tabloları ile karşılaştırılmıştır.

İleriye yönelik ölüm hızı tahminleri Lee Carter yöntemi yardımıyla yapılmıştır. 80-98 yaş için tahmin edilen ölüm hızları Kannisto modeli ile 120 yaşa kadar uzatılmış ve 80-98 yaş ölüm hızları düzeltilmiştir. Covid döneminde ölüm verilerindeki tutarsızlıklardan ötürü 2019-2022 yılı tahmini ileriye yönelik ölüm hızı tahmini hesaplamalarına katılmamıştır. Çünkü bu dönemde ölüm hızlarındaki olağan dışı artış, tahmini beklenen yaşam sürelerini düşürmektedir. Bu nedenle 2009-2019 beklenen yaşam süresi verileri kullanılarak, 2025-2050 yılları 80-120 yaşlar için ölüm hızları ve beklenen yaşam süreleri tahmin edilmiştir. Olağan dışı bir durum olmadığı müddetçe beklenen yaşam sürelerinin yıllar içinde artacağı tahmin edilmektedir.

Kannisto modeli ile yapılan hayat tablolarında beklenen yaşam sürelerinin TÜİK hayat tablolarındaki beklenen yaşam sürelerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Covid döneminde ileri yaş ölüm hızlarında olan artış, Kannisto modeli ile yapılan tahminlerde, TÜİK verilerine göre daha belirgin olarak görülmektedir. 2009 yılından önceki ölüm verilerinin tutarlı olmamasından dolayı bu veriler kullanılamamıştır.

Giriş bölümünde belirtildiği üzere, Türkiye'deki toplam doğurganlık hızının son yıllarda oldukça düşük seyretmesi (2023 yılı için 1.51) ve ileri yaşlarda (80+) ölüm hızı artışındaki yavaşlama, önümüzdeki yıllar için ileri yaşlarda yaşayan kişi sayısında yığılma olabileceğini göstermektedir. Bu tip ileri yaş modelleme ve inceleme çalışmaları ile ileri yaşlardaki nüfus sayıları tahmin edilip, buna göre ekonomik ve sosyal politikalar düzenlenebilir.

İlerleyen çalışmalarda Türkiye için ham ölüm ve nüfus sayılarındaki olağan dışı kalıplar değerlendirilebilir ve düzeltilebilir, kuşak hayat tabloları hesaplanabilir, merkezi ölüm hızlarının hesaplanmasında kullandığımız riske maruz kişi yıl sayılarının yıl ortası nüfusa eşit olduğu varsayımı yerine HMD protokolünde tanımlanmış daha ayrıntılı riske maruz kişi yıl sayısı varsayımı ile çalışma daha detaylandırılabilir, ayrıca yaşlı nüfusun artmasının sosyal güvenliğe getireceği tahmini yük hesaplanarak ileriye yönelik planlamalar yapılabilir.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] Saloni Dattani, Lucas Rodés-Guirao, Hannah Ritchie, Esteban Ortiz-Ospina and Max Roser, Life Expectancy, <https://ourworldindata.org/life-expectancy>, (Erişim tarihi: 9 Nisan 2024)
- [2] TÜİK, İstatistiklerle Kadın, Haber Bülteni, sayı: 53675, **2023**
- [3] Coşan, B., Türkiye’de Doğurganlığın Değişimi: Sosyal Politika Açısından Riskler ve Fırsatlar, Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi, 22 (56), 597- 617, **2022**
- [4] Saydam, S., Aktel, M., Türkiye’de Askeri Darbe Dönemlerinde Nüfus Politikalarına Yönelik Düzenlemeler, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11(30), 764-783, **2019**
- [5] Fertility Rate, Total Births (per woman), The World Bank, <https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.TFRT.IN>, (Erişim Tarihi: 29 Şubat 2024)
- [6] TÜİK, Doğum İstatistikleri, Haber Bülteni, sayı: 53708, **2024**
- [7] TÜİK, İstatistiklerle Yaşlılar, Haber Bülteni, sayı:49667, **2022**
- [8] Yıldırım, F., Sucu, M., Türkiye Ölümlüğüünün Lee-Carter ile Modellenmesi, Nüfus Bilim Dergisi, 35, 19-30, **2013**
- [9] Erol, M., Avrupa Birliğinde Nüfusun Yaşlanması ve Sağlık Harcamalarına Etkisi, Sosyal Güvence Dergisi, 1, 54-81, **2012**
- [10] Gavrilov, L.A., Gavrilova, N.S., Mortality Measurement at Advanced Ages: A Study of the Social Security Administration Death Master File, North American actuarial journal, 15(3), 432-447, **2011**
- [11] Gompertz, B., On the Nature of the Function Expressive of the Law of Human Mortality, and on a New Mode of Determining the Value of Life Contingencies, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 115, 513-583, **1825**.
- [12] Makeham, W.M., On the Law of Mortality and the Construction of Annuity Tables, Journal of the Institute of Actuaries, 8, 301-310, **1860**
- [13] Greenwood, M., Irwin, J.O., The Biostatistics of Senility, Human Biology, 11, 1-

23, **1939**

- [14] Carey, J.R, Liedo, P., Orozco, D., Vaupel, J.W., Slowing of Mortality Rates at Older Ages in Large Medfly Cohorts, *Science*, 258(5081), 457–461, **1992**
- [15] Perks, W., On Some Experiments in the Graduation of Mortality Statistics, *Journal of the Institute of Actuaries*, 63, 12-57, **1932**
- [16] Beard, R.E., Note on Some Mathematical Mortality Models, *The Lifespan of Animals*. In: Wolstenholme, G.E.W. and O’Conner, M., Eds., Ciba Foundation Colloquium on Ageing, Little, Brown and Company, Boston, 302-311, **1959**
- [17] Weibull, W.A., A Statistical Distribution Function of Wide Applicability, *J Appl. Mech.*, 18, 293-297, **1951**.
- [18] Kannisto, V., *Development of Oldest-Old Mortality, 1950-1990: Evidence from 28 Developed Countries*, Odense University Press, **1994**.
- [19] Dotlačilová, P., “Modelling of Mortality – Kannisto and Weibull Model”, *The 15th International Days of Statistics and Economics*, September 9-11, 2021, Prague, s237-246, **2021**
- [20] Roli, Giulia, *An Adaptive Procedure for Estimating and Comparing the Old-Age Mortality in a Long Historical Perspective: Emilia-Romagna, 1871-2001*, Bologna, IT: Dipartimento di Scienze Statistiche "Paolo Fortunati", Alma Mater Studiorum Università di Bologna, p. 45. ISBN 1973-9346.
- [21] Saikia, P., Borah, M., *A Study on Mathematical Modelling for Oldest Old Mortality Rates*, *International Journal of Mathematical Archive*, 4, **2014**
- [22] Gavrilova, N. S., Gavrilov, L. A., *Biodemography of Old Age Mortality in Humans and Rodents*, *The Journals of Gerontology, Series A, Biological sciences and medical sciences*, 70(1), 1–9, **2015**
- [23] Thatcher, A.R., Kannisto, V., Vaupel, J.W., *The Force of Mortality at Ages 80 to 120*, Odense University Press, **1998**
- [24] Saikia, P., Borah, M., *A Comparative Study of Parametric Models of Old-Age Mortality*, *International Journal of Science and Research*, 3(5), 406–410, **2014**
- [25] HMD., *Human Mortality Database*, Max Planck Institute for Demographic Research (Germany), University of California, Berkeley (USA), and French Institute for

Demographic Studies (France), [www.mortality.org](http://www.mortality.org)

- [26] Kul, F., Sucu, M., Türkiye Nüfusu İçin Stokastik Ölümlülük Modelleri, Nüfusbilim Dergisi, 34(1), 31-50, **2016**.
- [27] TRH 2010 Hayat Tablosu,  
[https://aktuerya.hacettepe.edu.tr/HayatTablolari/TRH\\_2010\\_1507\\_k\\_e.pdf](https://aktuerya.hacettepe.edu.tr/HayatTablolari/TRH_2010_1507_k_e.pdf),  
(Erişim tarihi: 18 Mayıs 2024)
- [28] Yayla Enfiyeci, Z., Koç, İ., Hayati Kayıtlardan Türkiye İçin Hayat Tablosu nax Değerlerinin Hesaplanması: 2010-2018 , Nüfus Bilim Dergisi, 41(1), 68-83, **2019**.
- [29] Caselli, G., Egidi, V., Rectangularization of Survival Curve, In: Gu, D., Dupre, M.E., Encyclopedia of Gerontology and Population Aging, Springer, **2021**
- [30] Öner, C., Çatak, B., Bebek Ölümlerinin Temel Nedenleri Değişiyor mu? Kayıt Temelli Kesitsel bir Çalışma, Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care, 13(3): 311-317, **2019**
- [31] Riffe, T., Nepomuceno, M.R., Basellini, U., Mortality Modeling. In: Gu, D., Dupre, M., Encyclopedia of Gerontology and Population Aging. Springer, **2020**
- [32] De Beer, J., Janssen, F., A New Parametric Model to Assess Delay and Compression of Mortality, Population Health Metrics, 14, 46, **2016**.
- [33] S. Horiuchi, J.R. Wilmoth, Deceleration in the Age Pattern of Mortality at Older Ages, Demography, 35(4), 391-412, **1998**
- [34] Khazaeli, A.A., Xiu, L., Curtsinger, J.W., Stress Experiments as a Means of Investigating Age Specific Mortality in Drosophila Melanogaster, Experimental Gerontology, 30(2), 177-184, **1995**.
- [35] Gavrilov, L.A., Gavrilova, N. S., New Trend in Old-Age Mortality: Gompertzialization of Mortality Trajectory, Gerontology, 65(5), 451-457, **2017**
- [36] Wilmoth, J. R., Andreev, K., Jdanov, D., Gleijeses, D. A., Riffe, T., Methods Protocol for the Human Mortality Database, University of California, Berkeley and Max Planck Institute for Demographic Research, Version 6, **2021**
- [37] Bongaarts, J., Long-Range Trends in Adult Mortality: Models and Projection Methods, Demography, 42(1), 23-49, **2005**

- [38] Kul, F., Heterojen Ölümlülük Yapılarının Modellenmesi ve Projeksiyonu, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2016**
- [39] Debon, A., Montes, F., Puig, F., Modelling and Forecasting Mortality in Spain, *European Journal of Operational Research*, 189, 624-637, **2008**
- [40] Pascariu, M.D., Torres, C., Force of Mortality. In: Gu, D., Dupre, M.E. (eds) *Encyclopedia of Gerontology and Population Aging*. Springer, Cham, **2020**
- [41] Horiuchi, S., Coale, A.J., Age Patterns of Mortality for Older Women: An Analysis Using the Age Specific Rate of Mortality Change with Age, *Mathematical Population Studies*, 2, 245-267, **1990**
- [42] Coale, A.J., Kisker, E.E., Defects in Data on Old-Age Mortality in the United States: New Procedures for Calculating Mortality Schedules and Life Tables at the Highest Ages, *Asian and Pacific Population Forum*, 4(1), 1-31, **1990**
- [43] Gavrilova, N.S., Gavrilov, L.A., Mortality Trajectories at Extreme Old Ages: A Comparative Study of Different Data Sources on U.S. Old-Age Mortality, *Living to 100 monograph*, **2014**.
- [44] Akaike, H., Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle. In: Petrov, B.N. and Csaki, F., Eds., *International Symposium on Information Theory*, 267-281, **1973**.
- [45] Gavrilov LA, Gavrilova NS., New Trend in Old-Age Mortality: Gompertzialization of Mortality Trajectory, *Gerontology*, 65(5):451-457, **2019**
- [46] Borah, M., Mahanta, D.J., Rapid Parameter Estimation of Three Parameter Nonlinear Growth Models, *International Journal of Mathematical Archive*, 4(2), 274-282, **2013**.
- [47] Şençelikel T., Öner K.S., Türkiye’de 2007-2014 Yılları Arası Yaşam Ümidinin Farklı Yaşam Tablosu Hazırlama Yöntemleri ile Değerlendirilmesi, *Osmangazi Tıp Dergisi*, 39(3), 9-17, **2017**.
- [48] Tuzgöl, H., Sucu, M., Hoşgör, Ş., Çoklu Artan-Azalan Hayat Tablosu ve Türkiye Sosyal Güvenlik Sistemine Bir Uygulaması, *Nüfusbilim Dergisi*, 32(1), 31-44, **2016**.



- [49] Donald T. Rowland, Demographic Methods and Concepts, Oxford University Press, 276-278, **2003**
- [50] Gordon A. Carmichael, Fundamentals of Demographic Analysis: Concepts, Measures and Methods, The Springer Series on Demographic Methods and Population Analysis, Volume 38, 149-151, **2016**
- [51] Yıldırım, F., Türkiye ölümlülük yapısının Lee-Carter ve Bulanık Lee-Carter ile modellenmesi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Aktüerya Bilimleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, **2010**.
- [52] Thatcher A. R., The Long Term Pattern of Adult Mortality and the Highest Attained Age, Journal of the Royal Statistical Society, Series A, (Statistics in Society), 162(1), 5–43, **1999**
- [53] T.C. Sağlık Bakanlığı, <https://covid19.saglik.gov.tr/TR-66935/genel-koronavirus-tablosu.html>, (Erişim tarihi: 12 Nisan 2024)
- [54] Our World in Data, Life Expectancy, [OurWorldInData.org/life-expectancy](https://www.ourworldindata.org/life-expectancy), (Erişim tarihi: 23 Mayıs 2024)

## EKLER

### EK 1 – Merkezi Ölüm Hızları

Erkek	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
80	0,095218	0,091146	0,090068	0,086165	0,085332	0,083164	0,072927	0,086281	0,080076	0,081272	0,077384	0,098853	0,098029	0,088603
81	0,106547	0,103505	0,104831	0,096227	0,093433	0,094759	0,093730	0,084813	0,095003	0,089250	0,088160	0,102895	0,115794	0,099530
82	0,113283	0,109922	0,111451	0,111471	0,101881	0,105558	0,105486	0,104764	0,093107	0,099709	0,098145	0,116905	0,123868	0,112350
83	0,128592	0,123557	0,124977	0,120607	0,115443	0,116774	0,119722	0,117108	0,116289	0,100127	0,112272	0,130290	0,140810	0,125857
84	0,139213	0,141621	0,136127	0,136909	0,129896	0,133836	0,131014	0,132349	0,130806	0,124444	0,109021	0,147588	0,152010	0,138387
85	0,157759	0,144547	0,160092	0,144011	0,138593	0,148688	0,149345	0,143583	0,141746	0,134687	0,137134	0,141717	0,173345	0,154888
86	0,173257	0,170748	0,167486	0,168080	0,158657	0,163686	0,168299	0,162988	0,161602	0,155435	0,155384	0,171852	0,172037	0,175498
87	0,193090	0,188565	0,187777	0,173788	0,182775	0,174985	0,182858	0,184555	0,182359	0,169485	0,177154	0,207285	0,215497	0,184544
88	0,210231	0,200268	0,208600	0,195556	0,189827	0,208837	0,198592	0,210160	0,197501	0,191100	0,189588	0,224030	0,246463	0,227550
89	0,239396	0,233154	0,223348	0,215709	0,207977	0,210587	0,226351	0,226859	0,223865	0,209430	0,216395	0,242633	0,265972	0,255526
90	0,269869	0,249599	0,243406	0,239547	0,232773	0,233430	0,243867	0,251065	0,244102	0,240128	0,237622	0,272607	0,286440	0,289375
91	0,282394	0,274571	0,257630	0,255258	0,247664	0,262313	0,269087	0,280228	0,284334	0,255407	0,268861	0,294041	0,323086	0,312139
92	0,311524	0,276381	0,300981	0,290477	0,255606	0,301039	0,290655	0,295258	0,295071	0,284303	0,287928	0,331425	0,372214	0,364624
93	0,372412	0,331443	0,313652	0,316729	0,289686	0,317024	0,311058	0,308158	0,316142	0,302802	0,331015	0,354723	0,401599	0,395028
94	0,356027	0,340361	0,338459	0,329933	0,317837	0,318896	0,332344	0,358630	0,369588	0,329241	0,353616	0,406712	0,433270	0,452047
95	0,386543	0,379701	0,376999	0,366737	0,323224	0,343767	0,363158	0,364112	0,401544	0,401724	0,371937	0,412546	0,487734	0,471138
96	0,437482	0,396986	0,420469	0,380593	0,367781	0,366788	0,354182	0,364428	0,389297	0,383757	0,412220	0,470014	0,482061	0,543297
97	0,484570	0,427597	0,375231	0,370575	0,420826	0,403487	0,348692	0,404420	0,467626	0,386446	0,434323	0,455529	0,607568	0,541392
98	0,393257	0,399572	0,494574	0,417730	0,390805	0,440514	0,409012	0,513308	0,392283	0,402532	0,464171	0,571429	0,508756	0,533220

Kadın	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
76	0,042201	0,038430	0,036208	0,037039	0,035003	0,036728	0,035279	0,037645	0,034410	0,033739	0,032070	0,037113	0,040367	0,032315
77	0,047217	0,045674	0,042704	0,039335	0,039943	0,039818	0,040130	0,039375	0,041961	0,036874	0,038193	0,040529	0,047374	0,038664
78	0,052200	0,050457	0,050326	0,046365	0,042290	0,046901	0,046367	0,047591	0,044436	0,044591	0,041743	0,049034	0,050744	0,043779
79	0,060609	0,055753	0,056270	0,054023	0,047811	0,049156	0,053993	0,052108	0,050804	0,048616	0,050238	0,051946	0,060513	0,050203
80	0,066075	0,065533	0,061128	0,061894	0,057533	0,057223	0,055538	0,061704	0,058775	0,057209	0,054667	0,064074	0,066915	0,058792
81	0,077303	0,070623	0,070867	0,066075	0,065558	0,067378	0,064480	0,064147	0,066513	0,063282	0,064971	0,066652	0,080161	0,067420
82	0,085122	0,083208	0,078149	0,078956	0,071316	0,075124	0,075075	0,074238	0,069169	0,072429	0,070710	0,079717	0,085392	0,079947
83	0,099647	0,090486	0,091527	0,084669	0,084141	0,084819	0,085310	0,086473	0,083485	0,078357	0,081674	0,087643	0,100926	0,087591
84	0,104957	0,107390	0,100015	0,097532	0,093066	0,099353	0,094470	0,098003	0,096916	0,089743	0,086600	0,101156	0,106688	0,104328
85	0,121075	0,115416	0,119171	0,107593	0,104817	0,106173	0,109662	0,105462	0,109787	0,104390	0,101656	0,103692	0,123778	0,114869
86	0,132140	0,129818	0,127574	0,125340	0,115013	0,120411	0,119191	0,122764	0,120664	0,118252	0,118741	0,122428	0,132163	0,129272
87	0,144835	0,146210	0,142334	0,130436	0,137873	0,134516	0,138465	0,133324	0,136340	0,128799	0,131576	0,140259	0,148701	0,141466
88	0,165949	0,161228	0,155479	0,152179	0,142679	0,154740	0,152024	0,158514	0,151255	0,148943	0,146927	0,154828	0,175787	0,164607
89	0,181270	0,180203	0,165785	0,170092	0,165044	0,168727	0,173220	0,168316	0,167018	0,161699	0,163933	0,167884	0,194850	0,186472
90	0,189728	0,195292	0,186592	0,175876	0,173245	0,180225	0,177489	0,193734	0,188326	0,182106	0,173035	0,190293	0,209209	0,205081
91	0,209951	0,203346	0,200048	0,194651	0,188139	0,207694	0,210029	0,203920	0,214246	0,198723	0,200590	0,203414	0,237393	0,231042
92	0,233536	0,227177	0,219293	0,214040	0,203967	0,224972	0,210152	0,231511	0,218707	0,225662	0,220226	0,232056	0,254384	0,255889
93	0,254857	0,234638	0,234943	0,208459	0,219507	0,239743	0,232885	0,245697	0,248081	0,233395	0,243906	0,246248	0,282610	0,274108
94	0,268369	0,261113	0,254789	0,229563	0,218741	0,249778	0,266667	0,264545	0,276758	0,266904	0,251992	0,285662	0,305635	0,317178
95	0,287926	0,291433	0,275058	0,247056	0,246703	0,244431	0,278464	0,285615	0,279249	0,269613	0,283018	0,272709	0,337387	0,347259
96	0,332498	0,291329	0,280709	0,266101	0,271348	0,260887	0,283010	0,294687	0,291486	0,285280	0,300336	0,301344	0,333719	0,365155
97	0,330652	0,309840	0,293359	0,268491	0,274334	0,303935	0,290229	0,302419	0,291588	0,296972	0,304528	0,329452	0,375449	0,358999
98	0,322681	0,311138	0,291577	0,240308	0,278641	0,315457	0,291798	0,316637	0,303900	0,297297	0,290568	0,355006	0,374091	0,371167

## EK 2 – Parametre Tahminleri

Erkek	Yıl	a	b	c	d
Gompertz	2019	0,082190	0,093930		
Kannisto	2019	0,073527	0,131626		
Makeham Gompertz	2019	0,082185	0,093939	1,12E-06	
Perks	2019	0,042372	0,181068	0,031075	0,066133
Beard	2019	0,069637	0,145024	-	0,085923
Weibull	2019	0,022664	1,012488		
Gompertz	2018	0,087207	0,086040		
Kannisto	2018	0,081214	0,118682		
Makeham Gompertz	2018	0,087197	0,086051	9,99E-08	
Perks	2018	0,018472	0,256077	0,061688	0,045221
Beard	2018	0,068636	0,161856	-	0,118096
Weibull	2018	0,028440	0,905487		
Gompertz	2017	0,091744	0,086366		
Kannisto	2017	0,084252	0,122068		
Makeham Gompertz	2017	0,091744	0,086366	1,65E-07	
Perks	2017	0,019621	0,258691	0,062708	0,045578
Beard	2017	0,069669	0,168426	-	0,117446
Weibull	2017	0,029597	0,911635		
Gompertz	2016	0,088390	0,089252		
Kannisto	2016	0,082557	0,123665		
Makeham Gompertz	2016	0,088387	0,089253	1,52E-09	
Perks	2016	0,083749	0,115998	0,000786	0,068679
Beard	2016	0,084089	0,117091	-	0,071765
Weibull	2016	0,028612	0,925221		
Gompertz	2015	0,097542	0,077506		
Kannisto	2015	0,095128	0,106127		
Makeham Gompertz	2015	0,097542	0,077507	6,77E-08	
Perks	2015	0,061260	0,184499	0,015990	0,133363
Beard	2015	0,077732	0,168407	-	0,157474
Weibull	2015	0,039131	0,779492		
Gompertz	2014	0,091374	0,083696		
Kannisto	2014	0,087462	0,114498		
Makeham Gompertz	2014	0,091373	0,083695	1,29E-07	
Perks	2014	0,084011	0,127605	0,000364	0,107452
Beard	2014	0,084301	0,127905	-	0,108624
Weibull	2014	0,033065	0,852040		
Gompertz	2013	0,088454	0,082949		
Kannisto	2013	0,085320	0,111705		
Makeham Gompertz	2013	0,088472	0,082939	5,63E-08	
Perks	2013	0,072901	0,129119	0,011058	0,095697
Beard	2013	0,083596	0,120070	-	0,100632
Weibull	2013	0,032625	0,840334		
Gompertz	2012	0,094631	0,080686		
Kannisto	2012	0,091227	0,110663		
Makeham Gompertz	2012	0,094619	0,080696	9,32E-07	
Perks	2012	0,032757	0,206799	0,054300	0,072559
Beard	2012	0,083496	0,140686	-	0,132412
Weibull	2012	0,035844	0,818140		
Gompertz	2011	0,093039	0,085814		
Kannisto	2011	0,088260	0,118966		
Makeham Gompertz	2011	0,093024	0,085824	7,36E-08	
Perks	2011	0,088062	0,105040	0,003409	0,053801
Beard	2011	0,090554	0,107861	-	0,066225
Weibull	2011	0,032607	0,875366		
Gompertz	2010	0,098395	0,080562		
Kannisto	2010	0,094242	0,112335		
Makeham Gompertz	2010	0,098385	0,080568	7,82E-09	
Perks	2010	0,028093	0,222705	0,063088	0,063486
Beard	2010	0,085205	0,144799	-	0,134850
Weibull	2010	0,037023	0,820092		
Gompertz	2009	0,102808	0,081691		
Kannisto	2009	0,096314	0,117503		
Makeham Gompertz	2009	0,102795	0,081700	2,16E-08	
Perks	2009	0,016013	0,277327	0,081623	0,038989
Beard	2009	0,082422	0,160099	-	0,134039
Weibull	2009	0,036917	0,844615		

Kadin	Yil	a	b	c	d
Gompertz	2019	0,043879	0,089368		
Kannisto	2019	0,038977	0,111528		
Makeham Gompertz	2019	0,043855	0,089400	5,81E-09	
Perks	2019	0,010398	0,225016	0,024617	0,030862
Beard	2019	0,025761	0,170127	-	0,062146
Weibull	2019	0,006392	1,243883		
Gompertz	2018	0,044608	0,088137		
Kannisto	2018	0,039919	0,109731		
Makeham Gompertz	2018	0,044588	0,088157	2,63E-07	
Perks	2018	0,010955	0,223613	0,023874	0,033150
Beard	2018	0,026238	0,170416	-	0,065006
Weibull	2018	0,006828	1,218821		
Gompertz	2017	0,047148	0,086462		
Kannisto	2017	0,042324	0,108316		
Makeham Gompertz	2017	0,047139	0,086471	1,49E-07	
Perks	2017	0,009992	0,234931	0,026900	0,031053
Beard	2017	0,026815	0,174649	-	0,067700
Weibull	2017	0,007636	1,188590		
Gompertz	2016	0,046867	0,087561		
Kannisto	2016	0,041932	0,109840		
Makeham Gompertz	2016	0,046863	0,087561	1,37E-08	
Perks	2016	0,013319	0,211694	0,023383	0,037554
Beard	2016	0,029138	0,163997	-	0,067496
Weibull	2016	0,007379	1,205064		
Gompertz	2015	0,047491	0,084839		
Kannisto	2015	0,043198	0,105485		
Makeham Gompertz	2015	0,047496	0,084830	1,15E-08	
Perks	2015	0,013184	0,215014	0,022793	0,040269
Beard	2015	0,028521	0,168715	-	0,073038
Weibull	2015	0,008247	1,153836		
Gompertz	2014	0,046640	0,085608		
Kannisto	2014	0,042678	0,105791		
Makeham Gompertz	2014	0,046656	0,085584	3,43E-08	
Perks	2014	0,028602	0,161196	0,003443	0,069849
Beard	2014	0,031371	0,155605	-	0,074286
Weibull	2014	0,008128	1,157074		
Gompertz	2013	0,045916	0,082963		
Kannisto	2013	0,042648	0,101172		
Makeham Gompertz	2013	0,045921	0,082944	2,39E-07	
Perks	2013	0,030690	0,156439	6,57E-06	0,080793
Beard	2013	0,030697	0,156483	-	0,080853
Weibull	2013	0,008761	1,108650		
Gompertz	2012	0,051326	0,076135		
Kannisto	2012	0,048607	0,092991		
Makeham Gompertz	2012	0,051312	0,076155	5,76E-08	
Perks	2012	0,027057	0,181706	0,003669	0,087987
Beard	2012	0,030109	0,175518	-	0,095567
Weibull	2012	0,011967	0,995795		
Gompertz	2011	0,050449	0,081744		
Kannisto	2011	0,046588	0,101506		
Makeham Gompertz	2011	0,050461	0,081735	4,76E-08	
Perks	2011	0,022383	0,181331	0,014055	0,062510
Beard	2011	0,033325	0,157641	-	0,083342
Weibull	2011	0,009969	1,088776		
Gompertz	2010	0,050995	0,083394		
Kannisto	2010	0,046647	0,104450		
Makeham Gompertz	2010	0,050989	0,083398	7,08E-08	
Perks	2010	0,026571	0,168833	0,010527	0,065658
Beard	2010	0,034963	0,152469	-	0,079261
Weibull	2010	0,009560	1,117452		
Gompertz	2009	0,051217	0,085539		
Kannisto	2009	0,046157	0,108301		
Makeham Gompertz	2009	0,051234	0,085521	1,30E-07	
Perks	2009	0,024105	0,168917	0,017221	0,054102
Beard	2009	0,037568	0,142411	-	0,071961
Weibull	2009	0,008883	1,157832		

## EK 2 – AIC ve SSE Değerleri

Erkek AIC	Gompertz	Kannisto	Makeham	Perks	Beard	Weibull
2009	-77,634586	-82,552532	-75,634585	-87,404195	-86,449585	-79,979635
2010	-94,639580	-104,203837	-92,639581	-112,193819	-110,709102	-98,834421
2011	-97,430318	-96,699403	-95,430311	-94,990472	-97,157264	-98,920120
2012	-101,734794	-113,738574	-99,734643	-123,972178	-122,441592	-107,032917
2013	-106,558334	-111,929092	-104,558305	-110,352974	-112,419328	-110,369069
2014	-109,501640	-121,233323	-107,501617	-121,375453	-123,397550	-115,721599
2015	-90,725361	-98,773923	-88,725352	-115,341442	-117,185845	-94,875712
2016	-94,249618	-94,309824	-92,249618	-92,401297	-94,437964	-96,156484
2017	-80,518920	-86,777127	-78,518905	-92,744237	-92,400177	-83,300377
2018	-89,543760	-97,903885	-87,543748	-108,741806	-106,087372	-93,205065
2019	-107,285564	-133,920945	-105,285192	-141,215222	-139,614794	-115,279365

Erkek SSE	Gompertz	Kannisto	Makeham	Perks	Beard	Weibull
2009	0,015146	0,010524	0,015146	0,007338	0,008572	0,013388
2010	0,006189	0,003367	0,006189	0,001990	0,002391	0,004963
2011	0,005343	0,004998	0,005343	0,004922	0,004879	0,004941
2012	0,004260	0,002039	0,004260	0,001071	0,001289	0,003224
2013	0,003305	0,002242	0,003305	0,002193	0,002185	0,002704
2014	0,002831	0,001374	0,002831	0,001228	0,001226	0,002040
2015	0,007605	0,004481	0,007605	0,001687	0,001700	0,006112
2016	0,006317	0,005668	0,006317	0,005641	0,005630	0,005714
2017	0,013013	0,008426	0,013013	0,005540	0,006267	0,011241
2018	0,008093	0,004691	0,008093	0,002387	0,003050	0,006674
2019	0,003181	0,000705	0,003181	0,000432	0,000522	0,002089

Kadın AIC	Gompertz	Kannisto	Makeham	Perks	Beard	Weibull
2009	-127,566789	-140,029962	-125,566771	-154,654162	-155,372111	-135,133060
2010	-126,774152	-139,075171	-124,774128	-174,336342	-175,253935	-134,933123
2011	-125,227928	-135,748666	-123,227936	-182,230072	-181,288447	-132,872481
2012	-115,211764	-119,958381	-113,211769	-150,009401	-151,359846	-120,200653
2013	-129,694237	-138,948163	-127,694202	-174,610267	-176,609705	-137,433208
2014	-125,971577	-134,775350	-123,971700	-153,881252	-155,864243	-132,856324
2015	-119,126658	-127,888108	-117,126675	-164,695285	-161,223988	-125,415839
2016	-123,374467	-135,659330	-121,374476	-192,670440	-179,015472	-130,933596
2017	-116,373156	-125,446755	-114,373127	-169,931912	-160,860222	-122,461794
2018	-120,969190	-131,155247	-118,969125	-180,318533	-169,929549	-127,717380
2019	-118,396266	-127,612044	-116,396290	-158,204797	-153,960843	-124,434732

Kadın SSE	Gompertz	Kannisto	Makeham	Perks	Beard	Weibull
2009	0,004415	0,002354	0,004415	0,001143	0,001208	0,003178
2010	0,004570	0,002454	0,004570	0,000486	0,000509	0,003205
2011	0,004888	0,002836	0,004888	0,000345	0,000392	0,003506
2012	0,007555	0,005635	0,007555	0,001398	0,001439	0,006082
2013	0,004025	0,002468	0,004025	0,000480	0,000480	0,002875
2014	0,004732	0,002959	0,004732	0,001182	0,001183	0,003508
2015	0,006373	0,003991	0,006373	0,000739	0,000937	0,004848
2016	0,005298	0,002847	0,005298	0,000219	0,000432	0,003814
2017	0,007183	0,004438	0,007183	0,000588	0,000952	0,005513
2018	0,005882	0,003463	0,005882	0,000374	0,000642	0,004386
2019	0,006578	0,004040	0,006578	0,000979	0,001285	0,005059

### EK 3 – Ölüm Hızları

Erkek	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
80	0,097736	0,095388	0,090421	0,092478	0,087095	0,089313	0,093747	0,085442	0,086916	0,083786	0,077381
81	0,108599	0,105532	0,100694	0,102194	0,096395	0,099074	0,103138	0,095614	0,097105	0,093358	0,087317
82	0,120508	0,116615	0,111990	0,112804	0,106574	0,109773	0,113350	0,106856	0,108346	0,103900	0,098392
83	0,133527	0,128695	0,124379	0,124362	0,117686	0,121472	0,124430	0,119244	0,120715	0,115481	0,110702
84	0,147717	0,141826	0,137924	0,136922	0,129790	0,134230	0,136422	0,132856	0,134283	0,128168	0,124339
85	0,163130	0,156056	0,152688	0,150533	0,142936	0,148102	0,149368	0,147761	0,149117	0,142025	0,139393
86	0,179813	0,171428	0,168723	0,165237	0,157174	0,163137	0,163305	0,164021	0,165277	0,157110	0,155945
87	0,197798	0,187978	0,186072	0,181072	0,172544	0,179378	0,178264	0,181689	0,182813	0,173473	0,174065
88	0,217106	0,205729	0,204765	0,198064	0,189080	0,196854	0,194266	0,200804	0,201758	0,191154	0,193806
89	0,237740	0,224692	0,224818	0,216230	0,206805	0,215587	0,215639	0,221385	0,222134	0,210179	0,215204
90	0,259685	0,244864	0,246226	0,235572	0,225728	0,235578	0,234130	0,243433	0,243939	0,230557	0,238266
91	0,282904	0,266225	0,268966	0,256079	0,245847	0,256817	0,253694	0,266924	0,267149	0,252281	0,262970
92	0,307337	0,288737	0,292989	0,277723	0,267140	0,279271	0,274306	0,291808	0,291715	0,275319	0,289264
93	0,332901	0,312343	0,318225	0,300457	0,289570	0,302888	0,295930	0,318005	0,317561	0,299617	0,317056
94	0,359487	0,336964	0,344574	0,324217	0,313078	0,327595	0,318510	0,345407	0,344584	0,325098	0,346217
95	0,386965	0,362502	0,371915	0,348919	0,337587	0,353295	0,352235	0,373876	0,372650	0,351658	0,376582
96	0,415181	0,388842	0,400101	0,374460	0,363001	0,379873	0,377229	0,403246	0,401601	0,379169	0,407948
97	0,443966	0,415846	0,428964	0,400719	0,389205	0,407191	0,402942	0,433326	0,431255	0,407479	0,440082
98	0,473131	0,443366	0,458319	0,427562	0,416064	0,435095	0,429255	0,463905	0,461411	0,436418	0,472726
99	0,502481	0,471237	0,487966	0,454838	0,443432	0,463417	0,456036	0,494759	0,491852	0,465796	0,505605
100	0,531814	0,499289	0,517697	0,482387	0,471147	0,491977	0,483145	0,525652	0,522353	0,495413	0,538436
101	0,560928	0,527346	0,547304	0,510045	0,499041	0,520589	0,510432	0,556351	0,552689	0,525062	0,570937
102	0,589629	0,555231	0,576580	0,537640	0,526941	0,549067	0,537745	0,586625	0,582637	0,554535	0,602837
103	0,617733	0,582772	0,605329	0,565007	0,554674	0,577226	0,564930	0,616258	0,611988	0,583630	0,633886
104	0,645070	0,609807	0,633366	0,591984	0,582070	0,604893	0,591837	0,645052	0,640548	0,612154	0,663862
105	0,671492	0,636183	0,660528	0,618417	0,608970	0,631904	0,618322	0,672833	0,668146	0,639929	0,692573
106	0,696872	0,661765	0,686674	0,644168	0,635223	0,658112	0,644249	0,699452	0,694635	0,666798	0,719867
107	0,721105	0,686435	0,711685	0,669110	0,660695	0,683389	0,669496	0,724791	0,719896	0,692625	0,745628
108	0,744112	0,710094	0,735469	0,693137	0,685270	0,707627	0,693952	0,748762	0,743838	0,717299	0,769778
109	0,765837	0,732663	0,757957	0,716159	0,708849	0,730741	0,717523	0,771303	0,766398	0,740734	0,792273
110	0,786248	0,754084	0,779109	0,738107	0,731355	0,752666	0,740132	0,792383	0,787538	0,762868	0,813104
111	0,805332	0,774317	0,798902	0,758929	0,752727	0,773360	0,761716	0,811993	0,807246	0,783664	0,832289
112	0,823096	0,793341	0,817337	0,778592	0,772928	0,792799	0,782232	0,830148	0,825532	0,803107	0,849867
113	0,839561	0,811153	0,834433	0,797080	0,791934	0,810978	0,801648	0,846881	0,842421	0,821202	0,865900
114	0,854765	0,827763	0,850222	0,814392	0,809741	0,827908	0,819952	0,862239	0,857956	0,837969	0,880462
115	0,868752	0,843194	0,864749	0,830541	0,826358	0,843615	0,837142	0,876281	0,872193	0,853444	0,893637
116	0,881580	0,857481	0,878070	0,845552	0,841807	0,858133	0,853228	0,889076	0,885193	0,867675	0,905515
117	0,893307	0,870666	0,890245	0,859458	0,856121	0,871509	0,868231	0,900698	0,897027	0,880717	0,916191
118	0,904000	0,882798	0,901340	0,872301	0,869341	0,883795	0,882182	0,911224	0,907769	0,892633	0,925760
119	0,913725	0,893930	0,911426	0,884129	0,881515	0,895047	0,895117	0,920732	0,917493	0,903488	0,934315
120	0,922549	0,904120	0,920572	0,894993	0,892694	0,905327	0,907077	0,929301	0,926275	0,913353	0,941946

Kadin	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
80	0,073495	0,072906	0,071832	0,071822	0,066056	0,067539	0,068209	0,067705	0,067810	0,064631	0,063736
81	0,081219	0,080288	0,078901	0,078274	0,072578	0,074514	0,075227	0,074976	0,074986	0,071590	0,070724
82	0,089676	0,088347	0,086600	0,085251	0,079690	0,082146	0,082902	0,082958	0,082853	0,079235	0,078414
83	0,098919	0,097129	0,094973	0,092788	0,087432	0,090483	0,091283	0,091707	0,091465	0,087620	0,086862
84	0,109000	0,106682	0,104064	0,100918	0,095849	0,099575	0,100418	0,101275	0,100873	0,096798	0,096125
85	0,119972	0,117053	0,113915	0,109674	0,104982	0,109470	0,110357	0,111720	0,111130	0,106825	0,106261
86	0,131885	0,128288	0,124570	0,119089	0,114875	0,120217	0,121146	0,123094	0,122289	0,117756	0,117328
87	0,144786	0,140429	0,136067	0,129195	0,125570	0,131863	0,132833	0,135449	0,134398	0,129642	0,129380
88	0,158719	0,153516	0,148446	0,140022	0,137106	0,144452	0,145461	0,148834	0,147506	0,142535	0,142470
89	0,173720	0,167586	0,161741	0,151599	0,149521	0,158024	0,159070	0,163292	0,161652	0,156479	0,156646
90	0,189818	0,182666	0,175979	0,163951	0,162848	0,172615	0,173692	0,178860	0,176874	0,171515	0,171950
91	0,207035	0,198780	0,191186	0,177098	0,177115	0,188251	0,189356	0,195564	0,193199	0,187673	0,188415
92	0,225379	0,215940	0,207376	0,191059	0,192344	0,204952	0,206081	0,213424	0,210646	0,204978	0,206064
93	0,244847	0,234148	0,224556	0,205846	0,208552	0,222729	0,223875	0,232442	0,229220	0,223439	0,224909
94	0,265420	0,253395	0,242724	0,221463	0,225744	0,241579	0,242735	0,252612	0,248915	0,243055	0,244945
95	0,287064	0,273659	0,261865	0,237910	0,243915	0,261487	0,262646	0,273907	0,269711	0,263807	0,266153
96	0,309729	0,294904	0,281953	0,255179	0,263053	0,282426	0,283580	0,296285	0,291569	0,285663	0,288496
97	0,333347	0,317078	0,302950	0,273251	0,283130	0,304350	0,305490	0,319687	0,314436	0,308571	0,311917
98	0,357833	0,340114	0,324804	0,292102	0,304107	0,327200	0,328317	0,344034	0,338241	0,332460	0,336340
99	0,383083	0,363933	0,347448	0,311695	0,325932	0,350900	0,351986	0,369228	0,362893	0,357244	0,361671
100	0,408981	0,388438	0,370804	0,331986	0,348538	0,375359	0,376405	0,395156	0,388288	0,382815	0,387795
101	0,435393	0,413520	0,394780	0,352921	0,371847	0,400471	0,401468	0,421688	0,414305	0,409052	0,414580
102	0,462177	0,439058	0,419273	0,374435	0,395769	0,426117	0,427058	0,448679	0,440808	0,435818	0,441881
103	0,489182	0,464924	0,444171	0,396458	0,420199	0,452166	0,453043	0,475976	0,467654	0,462962	0,469536
104	0,516250	0,490980	0,469352	0,418909	0,445027	0,478481	0,479287	0,503418	0,494687	0,490328	0,497381
105	0,543223	0,517085	0,494690	0,441700	0,470133	0,504915	0,505647	0,530839	0,521752	0,517753	0,525241
106	0,569944	0,543097	0,520055	0,464740	0,495390	0,531322	0,531974	0,558075	0,548690	0,545070	0,552945
107	0,596265	0,568876	0,545318	0,487932	0,520672	0,557555	0,558125	0,584966	0,575346	0,572119	0,580325
108	0,622042	0,594287	0,570349	0,511175	0,545847	0,583470	0,583958	0,611360	0,601570	0,598744	0,607218
109	0,647148	0,619203	0,595026	0,534370	0,570791	0,608932	0,609337	0,637117	0,627224	0,624799	0,633477
110	0,671467	0,643507	0,619231	0,557418	0,595379	0,633815	0,634138	0,662111	0,652182	0,650150	0,658966
111	0,694900	0,667093	0,642859	0,580221	0,619499	0,658004	0,658248	0,686230	0,676330	0,674680	0,683568
112	0,717365	0,689871	0,665811	0,602686	0,643042	0,681397	0,681566	0,709384	0,699575	0,698288	0,707184
113	0,738798	0,711764	0,688004	0,624727	0,665915	0,703911	0,704009	0,731498	0,721836	0,720892	0,729734
114	0,759151	0,732710	0,709367	0,646263	0,688033	0,725475	0,725508	0,752516	0,743054	0,742427	0,751159
115	0,778394	0,752663	0,729841	0,667221	0,709325	0,746035	0,746008	0,772400	0,763185	0,762847	0,771417
116	0,796512	0,771591	0,749383	0,687538	0,729736	0,765553	0,765472	0,791131	0,782200	0,782124	0,790486
117	0,813503	0,789475	0,767960	0,707159	0,749219	0,784005	0,783877	0,808702	0,800089	0,800244	0,808360
118	0,829379	0,806311	0,785554	0,726038	0,767746	0,801381	0,801212	0,825121	0,816853	0,817209	0,825046
119	0,844163	0,822104	0,802158	0,744141	0,785296	0,817685	0,817481	0,840409	0,832505	0,833033	0,840566
120	0,857885	0,836869	0,817775	0,761441	0,801862	0,832929	0,832696	0,854596	0,847069	0,847744	0,854951

## EK 4 – Beklenen Yaşam Süreleri

Erkek	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
80	6,269569	6,448827	6,557484	6,604781	6,839000	6,683566	6,611750	6,708523	6,666090	6,875843	6,972794	6,429094	6,096860
81	5,862437	6,044695	6,131146	6,196711	6,416229	6,261653	6,212884	6,262667	6,226373	6,433408	6,493825	5,967192	5,642911
82	5,478229	5,662433	5,728231	5,810231	6,015406	5,862233	5,834139	5,841324	5,810808	6,014465	6,041079	5,532639	5,217370
83	5,116609	5,301728	5,348473	5,445050	5,636287	5,485046	5,475092	5,444290	5,419171	5,618816	5,614486	5,125256	4,819989
84	4,777152	4,962187	4,991510	5,100803	5,278551	5,129747	5,135212	5,071249	5,051131	5,246165	5,213842	4,744713	4,450351
85	4,459343	4,643343	4,656884	4,777053	4,941800	4,795908	4,813848	4,721780	4,706256	4,896122	4,838810	4,390529	4,107868
86	4,162592	4,344657	4,344053	4,473294	4,625561	4,483022	4,510208	4,395357	4,384013	4,568206	4,488919	4,062076	3,791797
87	3,886232	4,065529	4,052389	4,188959	4,329295	4,190510	4,223324	4,091356	4,083780	4,261849	4,163575	3,758596	3,501247
88	3,629534	3,805301	3,781194	3,923422	4,052400	3,917728	3,952006	3,809066	3,804850	3,976406	3,862064	3,479204	3,235198
89	3,391711	3,563264	3,529703	3,676009	3,794219	3,663974	3,694760	3,547698	3,546443	3,711161	3,583570	3,222911	2,992521
90	3,171933	3,338667	3,297097	3,446005	3,554047	3,428494	3,466930	3,306394	3,307715	3,465334	3,327180	2,988635	2,771994
91	2,969330	3,130727	3,082510	3,232658	3,331138	3,210495	3,253678	3,084239	3,087768	3,238096	3,091904	2,775222	2,572329
92	2,783011	2,938635	2,885045	3,035191	3,124715	3,009151	3,053756	2,880276	2,885666	3,028577	2,876685	2,581465	2,392191
93	2,612064	2,761564	2,703779	2,852807	2,933975	2,823612	2,865617	2,693513	2,700442	2,835873	2,680421	2,406123	2,230223
94	2,455573	2,598680	2,537774	2,684699	2,758101	2,653014	2,687246	2,522943	2,531112	2,659061	2,501976	2,247938	2,085062
95	2,312626	2,449148	2,386092	2,530055	2,596268	2,496490	2,515868	2,367548	2,376685	2,497208	2,340198	2,105654	1,955363
96	2,182318	2,312137	2,247799	2,388068	2,447649	2,353170	2,377714	2,226315	2,236176	2,349379	2,193934	1,978031	1,839814
97	2,063765	2,186829	2,121974	2,257939	2,311424	2,222200	2,250699	2,098244	2,108612	2,214647	2,062042	1,863862	1,737148
98	1,956108	2,072427	2,007719	2,138885	2,186786	2,102737	2,134111	1,982360	1,993042	2,092103	1,943404	1,761981	1,646157
99	1,858516	1,968156	1,904164	2,030144	2,072948	1,993965	2,027253	1,877714	1,888546	1,980860	1,836937	1,671276	1,565700
100	1,770194	1,873267	1,810471	1,930978	1,969144	1,895092	1,929454	1,783398	1,794238	1,880059	1,741601	1,590694	1,494710
101	1,690386	1,787044	1,725840	1,840678	1,874637	1,805361	1,840067	1,698543	1,709272	1,788878	1,656406	1,519246	1,432193
102	1,618374	1,708805	1,649513	1,758565	1,788719	1,724045	1,758471	1,622328	1,632848	1,706531	1,580416	1,456011	1,377235
103	1,553483	1,637902	1,580774	1,683995	1,710717	1,650459	1,684078	1,553977	1,564210	1,632273	1,512755	1,400137	1,329000
104	1,495082	1,573726	1,518949	1,616357	1,639992	1,583953	1,616326	1,492768	1,502651	1,565404	1,452606	1,350842	1,286725
105	1,442582	1,515703	1,463411	1,555076	1,575942	1,523917	1,554688	1,438024	1,447511	1,505266	1,399213	1,307409	1,249723
106	1,395436	1,463297	1,413577	1,499613	1,518000	1,469783	1,498666	1,389123	1,398179	1,451245	1,351880	1,269188	1,217372
107	1,353138	1,416010	1,368906	1,449463	1,465637	1,421019	1,447794	1,345487	1,354089	1,402771	1,309970	1,235591	1,189116
108	1,315221	1,373376	1,328900	1,404155	1,418358	1,377131	1,401635	1,306587	1,314723	1,359317	1,272900	1,206086	1,164460
109	1,281255	1,334965	1,293098	1,363250	1,375701	1,337661	1,359778	1,271938	1,279602	1,320395	1,240141	1,180196	1,142960
110	1,250842	1,300372	1,261075	1,326336	1,337230	1,302181	1,321841	1,241092	1,248285	1,285550	1,211211	1,157490	1,124222
111	1,223609	1,269214	1,232432	1,293017	1,302531	1,270285	1,287450	1,213634	1,220361	1,254356	1,185666	1,137578	1,107890
112	1,199187	1,241104	1,206776	1,262894	1,271185	1,241569	1,256233	1,189160	1,195430	1,226394	1,163086	1,120095	1,093635
113	1,177172	1,215610	1,183680	1,235513	1,242717	1,215582	1,227762	1,167241	1,173064	1,201205	1,143034	1,104664	1,081120
114	1,157022	1,192133	1,162578	1,210245	1,216477	1,191713	1,201449	1,147319	1,152699	1,178184	1,124964	1,090817	1,069924
115	1,137779	1,169618	1,142487	1,185977	1,191325	1,168899	1,176248	1,128445	1,133375	1,156295	1,107972	1,077759	1,059320
116	1,117356	1,145785	1,121285	1,160329	1,164844	1,144858	1,149909	1,108573	1,113019	1,133327	1,090119	1,063734	1,047663
117	1,090601	1,115131	1,093773	1,127618	1,131300	1,114104	1,117006	1,082659	1,086533	1,103936	1,066581	1,044235	1,030638
118	1,044051	1,063607	1,046422	1,073504	1,076276	1,062622	1,063673	1,037447	1,040567	1,054360	1,024492	1,006926	0,996233
119	0,941536	0,954316	0,942992	0,960740	0,962451	0,953573	0,953375	0,937052	0,939112	0,948083	0,928488	0,917117	0,910185
120	0,684334	0,688677	0,684797	0,690848	0,691397	0,688391	0,687976	0,682757	0,683463	0,686494	0,679822	0,676012	0,673690



Kadın	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
80	7,662127	7,789304	7,931964	8,153566	8,353692	8,122614	8,082615	8,009924	8,040011	8,234458	8,255461	8,012475	7,451002
81	7,208590	7,340842	7,485703	7,723738	7,890195	7,655430	7,618082	7,536196	7,569244	7,751038	7,766033	7,521279	6,978366
82	6,776518	6,913053	7,059516	7,312196	7,446762	7,209243	7,174479	7,084288	7,119986	7,289413	7,298752	7,053157	6,529428
83	6,365792	6,505812	6,653280	6,918800	7,023321	6,783987	6,751733	6,654147	6,692179	6,849567	6,853624	6,608115	6,104116
84	5,976220	6,118928	6,266812	6,543365	6,619744	6,379525	6,349700	6,245645	6,285689	6,431405	6,430569	6,186069	5,702258
85	5,607535	5,752146	5,899868	6,185658	6,235840	5,995653	5,968167	5,858575	5,900307	6,034755	6,029429	5,786843	5,323581
86	5,259399	5,405144	5,552149	5,845405	5,871361	5,632098	5,606857	5,492654	5,535754	5,659369	5,649964	5,410168	4,967717
87	4,931405	5,077544	5,223295	5,522288	5,525999	5,288520	5,265425	5,147525	5,191677	5,304923	5,291853	5,055685	4,634204
88	4,623084	4,768905	4,912897	5,215952	5,199393	4,964520	4,943465	4,822759	4,867656	4,971022	4,954701	4,722952	4,322491
89	4,333905	4,478736	4,620495	4,926002	4,891130	4,659636	4,640515	4,517862	4,563209	4,657201	4,638038	4,411442	4,031946
90	4,063283	4,206496	4,345585	4,652011	4,600746	4,373352	4,356056	4,232278	4,277793	4,362933	4,341329	4,120556	3,761865
91	3,810586	3,951602	4,087620	4,393521	4,327737	4,105105	4,089522	3,965395	4,010814	4,087630	4,063974	3,849625	3,511476
92	3,575138	3,713430	3,846021	4,150046	4,071556	3,854285	3,840303	3,716553	3,761630	3,830656	3,805321	3,597920	3,279954
93	3,356232	3,491328	3,620175	3,921078	3,831622	3,620244	3,607755	3,485049	3,529559	3,591328	3,564666	3,364663	3,066431
94	3,153130	3,284615	3,409447	3,706087	3,607326	3,402306	3,391199	3,270146	3,313885	3,368924	3,341269	3,149030	2,870001
95	2,965076	3,092592	3,213181	3,504530	3,398033	3,199766	3,189934	3,071081	3,113868	3,162694	3,134354	2,950168	2,689738
96	2,791301	2,914547	3,030709	3,315849	3,203091	3,011902	3,003242	2,887070	2,928746	2,971864	2,943123	2,767201	2,524702
97	2,631028	2,749760	2,861351	3,139481	3,021834	2,837980	2,830392	2,717319	2,757749	2,795646	2,766761	2,599236	2,373950
98	2,483482	2,597510	2,704429	2,974856	2,853589	2,677261	2,670648	2,561030	2,600100	2,633243	2,604445	2,445381	2,236546
99	2,347894	2,457080	2,559262	2,821406	2,697679	2,529005	2,523276	2,417405	2,455025	2,483860	2,455352	2,304743	2,111567
100	2,223507	2,327760	2,425179	2,678561	2,553430	2,392478	2,387546	2,285656	2,321755	2,346704	2,318664	2,176444	1,998115
101	2,109582	2,208856	2,301518	2,545762	2,420176	2,266958	2,262742	2,165010	2,199537	2,220996	2,193577	2,059624	1,895318
102	2,005399	2,099690	2,187630	2,422455	2,297259	2,151736	2,148161	2,054714	2,087635	2,105974	2,079303	1,953447	1,802339
103	1,910264	1,999604	2,082886	2,308098	2,184038	2,046126	2,043120	1,954035	1,985335	2,000898	1,975080	1,857108	1,718378
104	1,823513	1,907966	1,986676	2,202163	2,079887	1,949461	1,946959	1,862270	1,891948	1,905052	1,880170	1,769834	1,642676
105	1,744508	1,824167	1,898412	2,104136	1,984203	1,861102	1,859044	1,778747	1,806813	1,817750	1,793867	1,690891	1,574519
106	1,672646	1,747628	1,817532	2,013522	1,896403	1,780436	1,778767	1,702824	1,729302	1,738336	1,715499	1,619584	1,513236
107	1,607354	1,677796	1,743499	1,929842	1,815929	1,706880	1,705551	1,633894	1,658815	1,666189	1,644428	1,555258	1,458200
108	1,548096	1,614150	1,675802	1,852638	1,742251	1,639882	1,638847	1,571382	1,594789	1,600720	1,580050	1,497298	1,408830
109	1,494366	1,556198	1,613958	1,781471	1,674861	1,578919	1,578138	1,514752	1,536691	1,541376	1,521800	1,445133	1,364589
110	1,445694	1,503477	1,557511	1,715923	1,613282	1,523501	1,522937	1,463499	1,484024	1,487637	1,469149	1,398231	1,324980
111	1,401638	1,455556	1,506032	1,655595	1,557060	1,473168	1,472790	1,417155	1,436323	1,439020	1,421604	1,356100	1,289550
112	1,361793	1,412029	1,459119	1,600109	1,505770	1,427489	1,427267	1,375283	1,393153	1,395072	1,378705	1,318287	1,257880
113	1,325777	1,372518	1,416392	1,549102	1,459009	1,386062	1,385972	1,337478	1,354110	1,355374	1,340027	1,284373	1,229591
114	1,293239	1,336669	1,377495	1,502225	1,416397	1,348510	1,348528	1,303362	1,318820	1,319535	1,305175	1,253974	1,204335
115	1,263847	1,304145	1,342085	1,459132	1,377566	1,314474	1,314582	1,272581	1,286925	1,287185	1,273776	1,226733	1,181790
116	1,237277	1,274613	1,309819	1,419460	1,342147	1,283602	1,283781	1,244791	1,258079	1,257966	1,245472	1,202307	1,161655
117	1,213189	1,247716	1,280323	1,382785	1,309732	1,255515	1,255752	1,219632	1,231917	1,231503	1,219889	1,180350	1,143623
118	1,191164	1,223001	1,253111	1,348517	1,279794	1,229742	1,230022	1,196662	1,207987	1,207335	1,196576	1,160451	1,127335
119	1,170536	1,199745	1,227398	1,315666	1,251483	1,205535	1,205845	1,175199	1,185584	1,184752	1,174840	1,141986	1,112241
120	1,149986	1,176508	1,201630	1,282289	1,223138	1,181425	1,181753	1,153894	1,163321	1,162366	1,153331	1,123734	1,097243

## EK 5 – Ölüm Olasılıkları

Erkek	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
80	0,093182	0,091046	0,086510	0,088391	0,083460	0,085495	0,089549	0,081942	0,083296	0,080417	0,074499	0,083204	0,088891
81	0,103006	0,100243	0,095868	0,097226	0,091963	0,094398	0,098080	0,091252	0,092609	0,089195	0,083664	0,093731	0,100476
82	0,113659	0,110190	0,106052	0,106781	0,101182	0,104062	0,107271	0,101436	0,102778	0,098769	0,093778	0,105349	0,113275
83	0,125170	0,120915	0,117097	0,117082	0,111146	0,114517	0,117142	0,112535	0,113844	0,109177	0,104896	0,118111	0,127337
84	0,137557	0,132434	0,129026	0,128149	0,121880	0,125788	0,127711	0,124580	0,125834	0,120449	0,117061	0,132054	0,142694
85	0,150828	0,144760	0,141858	0,139996	0,133402	0,137891	0,138988	0,137595	0,138771	0,132608	0,130311	0,147202	0,159357
86	0,164980	0,157895	0,155597	0,152628	0,145722	0,150834	0,150978	0,151589	0,152662	0,145667	0,144665	0,163556	0,177307
87	0,179997	0,171828	0,170234	0,166040	0,158840	0,164614	0,163675	0,166558	0,167502	0,159627	0,160128	0,181094	0,196496
88	0,195846	0,186540	0,185748	0,180217	0,172748	0,179215	0,177067	0,182482	0,183270	0,174478	0,176685	0,199765	0,216841
89	0,212483	0,201998	0,202100	0,195133	0,187425	0,194609	0,194652	0,199321	0,199929	0,190192	0,194297	0,219491	0,238226
90	0,229842	0,218155	0,219236	0,210749	0,202836	0,210754	0,209594	0,217018	0,217420	0,206726	0,212902	0,240163	0,260498
91	0,247846	0,234950	0,237082	0,227013	0,218935	0,227592	0,225136	0,235495	0,235669	0,224022	0,232412	0,261643	0,283474
92	0,266400	0,252311	0,255552	0,243860	0,235663	0,245053	0,241222	0,254653	0,254582	0,242004	0,252714	0,283766	0,306946
93	0,285396	0,270153	0,274542	0,261215	0,252947	0,263051	0,257778	0,274378	0,274048	0,260580	0,273671	0,306344	0,330684
94	0,304716	0,288377	0,293933	0,278990	0,270702	0,281488	0,274754	0,294539	0,293940	0,279643	0,295128	0,329175	0,354449
95	0,324232	0,306880	0,313599	0,297089	0,288834	0,300256	0,299490	0,314992	0,314121	0,299073	0,316910	0,352045	0,378000
96	0,343810	0,325548	0,333403	0,315406	0,307238	0,319238	0,317369	0,335584	0,334444	0,318741	0,338834	0,374739	0,401106
97	0,363316	0,344266	0,353207	0,333833	0,325803	0,338312	0,335374	0,356159	0,354759	0,338511	0,360711	0,397050	0,423552
98	0,382617	0,362914	0,372872	0,352256	0,344415	0,357354	0,353404	0,376561	0,374916	0,358245	0,382352	0,418784	0,445149
99	0,401586	0,381378	0,392261	0,370564	0,362958	0,376239	0,371360	0,396639	0,394768	0,377805	0,403579	0,439767	0,465737
100	0,420105	0,399545	0,411247	0,388648	0,381318	0,394849	0,389140	0,416251	0,414179	0,397059	0,424227	0,459851	0,485191
101	0,438066	0,417312	0,429713	0,406403	0,399386	0,413069	0,406649	0,435269	0,433025	0,415880	0,444147	0,478916	0,503422
102	0,455377	0,434584	0,447555	0,423733	0,417058	0,430798	0,423797	0,453583	0,451195	0,434158	0,463215	0,496873	0,520374
103	0,471960	0,451277	0,464685	0,440550	0,434242	0,447944	0,440503	0,471099	0,468599	0,451791	0,481332	0,513661	0,536023
104	0,487753	0,467319	0,481031	0,456781	0,450856	0,464428	0,456693	0,487742	0,485163	0,468697	0,498421	0,529248	0,550371
105	0,502709	0,482655	0,496539	0,472360	0,466828	0,480188	0,472304	0,503460	0,500832	0,484808	0,514432	0,543627	0,563448
106	0,516800	0,497238	0,511170	0,487237	0,482102	0,495172	0,487283	0,518218	0,515569	0,500074	0,529340	0,556815	0,575298
107	0,530009	0,511038	0,524902	0,501373	0,496633	0,509348	0,501590	0,531998	0,529356	0,514461	0,543139	0,568843	0,585982
108	0,542334	0,524036	0,537728	0,514743	0,510392	0,522692	0,515193	0,544799	0,542188	0,527950	0,555841	0,579760	0,595571
109	0,553783	0,536226	0,549651	0,527332	0,523358	0,535196	0,528071	0,556636	0,554076	0,540537	0,567475	0,589623	0,604143
110	0,564378	0,547611	0,560690	0,539137	0,535525	0,546863	0,540216	0,567532	0,565042	0,552229	0,578083	0,598499	0,611776
111	0,574144	0,558203	0,570868	0,550162	0,546896	0,557706	0,551625	0,577521	0,575116	0,563045	0,587715	0,606456	0,618551
112	0,583116	0,568023	0,580220	0,560422	0,557481	0,567745	0,562305	0,586647	0,584337	0,573012	0,596426	0,613567	0,624548
113	0,591332	0,577096	0,588783	0,569937	0,567301	0,577008	0,572269	0,594954	0,592749	0,582165	0,604278	0,619903	0,629842
114	0,598834	0,585454	0,596601	0,578734	0,576381	0,585527	0,581536	0,602492	0,600399	0,590541	0,611334	0,625534	0,634505
115	0,605666	0,593132	0,603717	0,586843	0,584751	0,593340	0,590130	0,609315	0,607336	0,598185	0,617656	0,630526	0,638603
116	0,611873	0,600166	0,610180	0,594297	0,592445	0,600485	0,598079	0,615474	0,613611	0,605142	0,623308	0,634943	0,642200
117	0,617499	0,606595	0,616034	0,601133	0,599499	0,607004	0,605412	0,621022	0,619274	0,611457	0,628348	0,638844	0,645351
118	0,622590	0,612459	0,621327	0,607388	0,605952	0,612939	0,612163	0,626007	0,624375	0,617177	0,632834	0,642284	0,648108
119	0,627187	0,617797	0,626103	0,613099	0,611841	0,618330	0,618363	0,630480	0,628960	0,622347	0,636820	0,645313	0,650517
120	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kadın	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
80	0,070890	0,070342	0,069341	0,069332	0,063944	0,065333	0,065960	0,065488	0,065586	0,062608	0,061767	0,063432	0,070519
81	0,078049	0,077190	0,075906	0,075326	0,070037	0,071838	0,072500	0,072267	0,072276	0,069116	0,068308	0,070418	0,078394
82	0,085828	0,084610	0,083006	0,081766	0,076636	0,078905	0,079602	0,079654	0,079558	0,076216	0,075456	0,078074	0,087020
83	0,094257	0,092631	0,090668	0,088674	0,083770	0,086567	0,087298	0,087686	0,087465	0,083942	0,083246	0,086442	0,096439
84	0,103367	0,101280	0,098917	0,096070	0,091465	0,094852	0,095617	0,096394	0,096030	0,092329	0,091717	0,095560	0,106691
85	0,113183	0,110581	0,107777	0,103972	0,099746	0,103789	0,104586	0,105809	0,105280	0,101409	0,100901	0,105466	0,117807
86	0,123726	0,120555	0,117266	0,112396	0,108636	0,113401	0,114227	0,115957	0,115242	0,111208	0,110826	0,116190	0,129813
87	0,135012	0,131215	0,127400	0,121356	0,118152	0,123707	0,124560	0,126858	0,125936	0,121750	0,121519	0,127757	0,142724
88	0,147049	0,142573	0,138189	0,130861	0,128310	0,134722	0,135599	0,138526	0,137374	0,133053	0,132996	0,140181	0,156545
89	0,159836	0,154629	0,149639	0,140918	0,139120	0,146453	0,147350	0,150967	0,149564	0,145125	0,145268	0,153469	0,171267
90	0,173364	0,167379	0,161747	0,151529	0,150586	0,158900	0,159813	0,164177	0,162503	0,157968	0,158337	0,167617	0,186867
91	0,187614	0,180810	0,174505	0,162692	0,162706	0,172056	0,172979	0,178145	0,176180	0,171574	0,172193	0,182604	0,203304
92	0,202554	0,194897	0,187894	0,174399	0,175469	0,185902	0,186830	0,192845	0,190574	0,185923	0,186816	0,198398	0,220522
93	0,218141	0,209608	0,201888	0,186636	0,188859	0,200410	0,201337	0,208241	0,205650	0,200985	0,202173	0,214952	0,238448
94	0,234323	0,224901	0,216454	0,199385	0,202848	0,215543	0,216463	0,224284	0,221365	0,216718	0,218219	0,232203	0,256992
95	0,251033	0,240722	0,231548	0,212618	0,217402	0,231253	0,232159	0,240913	0,237661	0,233065	0,234894	0,250071	0,276048
96	0,268195	0,257008	0,247116	0,226305	0,232476	0,247479	0,248364	0,258056	0,254471	0,249961	0,252127	0,268465	0,295499
97	0,285725	0,273688	0,263098	0,240406	0,248019	0,264152	0,265011	0,275630	0,271717	0,267326	0,269834	0,287278	0,315213
98	0,303527	0,290682	0,279425	0,254877	0,263970	0,281196	0,282021	0,293540	0,289312	0,285072	0,287921	0,306396	0,335056
99	0,321502	0,307905	0,296022	0,269668	0,280259	0,298524	0,299310	0,311687	0,307160	0,303103	0,306284	0,325694	0,354887
100	0,339547	0,325265	0,312808	0,284724	0,296813	0,316044	0,316785	0,329963	0,325160	0,321313	0,324814	0,345043	0,374565
101	0,357555	0,342669	0,329700	0,299985	0,313551	0,333660	0,334352	0,348259	0,343208	0,339596	0,343398	0,364313	0,393956
102	0,375422	0,360023	0,346611	0,315389	0,330390	0,351275	0,351914	0,366466	0,361199	0,357841	0,361918	0,383377	0,412932
103	0,393046	0,377232	0,363453	0,330870	0,347244	0,368789	0,369372	0,384476	0,379027	0,375939	0,380263	0,402112	0,431376
104	0,410333	0,394206	0,380142	0,346362	0,364026	0,386108	0,386633	0,402185	0,396593	0,393786	0,398322	0,420403	0,449185
105	0,427192	0,410860	0,396594	0,361797	0,380654	0,403140	0,403606	0,419496	0,413801	0,411282	0,415993	0,438149	0,466273
106	0,443546	0,427115	0,412733	0,377111	0,397044	0,419798	0,420205	0,436324	0,430566	0,428334	0,433182	0,455258	0,482568
107	0,459325	0,442899	0,428487	0,392239	0,413121	0,436006	0,436355	0,452591	0,446810	0,444862	0,449808	0,471657	0,498017
108	0,474472	0,458150	0,443791	0,407120	0,428814	0,451695	0,451987	0,468231	0,462467	0,460795	0,465798	0,487285	0,512584
109	0,488940	0,472818	0,458590	0,421699	0,444058	0,466806	0,467043	0,483192	0,477481	0,476074	0,481096	0,502098	0,526248
110	0,502695	0,486858	0,472834	0,435922	0,458800	0,481290	0,481477	0,497433	0,491808	0,490651	0,495656	0,516066	0,539001
111	0,515715	0,500240	0,486487	0,449745	0,472990	0,495111	0,495249	0,510924	0,505416	0,504494	0,509447	0,529172	0,550851
112	0,527986	0,512940	0,499519	0,463126	0,486593	0,508241	0,508334	0,523650	0,518285	0,517579	0,522450	0,541415	0,561815
113	0,539505	0,524945	0,511907	0,476032	0,499577	0,520661	0,520715	0,535602	0,530404	0,529894	0,534656	0,552802	0,571920
114	0,550279	0,536252	0,523640	0,488434	0,511923	0,532366	0,532384	0,546784	0,541772	0,541438	0,546067	0,563352	0,581199
115	0,560319	0,546862	0,534713	0,500312	0,523618	0,543354	0,543340	0,557207	0,552395	0,552218	0,556695	0,573090	0,589692
116	0,569647	0,556786	0,545128	0,511649	0,534657	0,553634	0,553592	0,566889	0,562289	0,562249	0,566558	0,582047	0,597441
117	0,578285	0,566039	0,554892	0,522436	0,545042	0,563221	0,563155	0,575854	0,571474	0,571553	0,575681	0,590262	0,604493
118	0,586262	0,574641	0,564020	0,532669	0,554781	0,572133	0,572047	0,584131	0,579975	0,580155	0,584094	0,597773	0,610893
119	0,593611	0,582618	0,572529	0,542349	0,563887	0,580395	0,580292	0,591752	0,587822	0,588086	0,591830	0,604624	0,616689
120	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000