



Türkiye’deki İşsizlik Oranının Bulanık Doğrusal Regresyon Analiziyle Tahmini

Duygu İçen

Hacettepe Üniversitesi,
İstatistik Bölümü
06800-Beytepe, Ankara, Türkiye
duyguicn@hacettepe.edu.tr

Süleyman Günay

Hacettepe Üniversitesi,
İstatistik Bölümü,
06800-Beytepe, Ankara, Türkiye
sgunay@hacettepe.edu.tr

Öz

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde karşılaşılan en önemli problemlerden biri olan işsizlik sorunu Türkiye ekonomisinin her döneminde ekonomik ve sosyal etkileri bulunan çok yönlü bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Uzun zamandır yüksek oranlı işsizlik ile mücadele eden ülkemizdeki resmi rakamlara göre işsizlik oranının %9.8 olduğu belirtilse de gerçek işsizlik oranının resmi rakamların çok üstünde olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında, yıllara göre Türkiye’deki işsizlik oranı değerlerinin çeşitli kaynaklarda farklı olarak verildiği görülmüştür. Çok boyutlu bir konu olan işsizlik sorununu sadece ekonomik büyüme ile ilişkilendirmek veya işsizlik sorununu tek başına ele alıp çözümlenmeye çalışmak ise yanıltıcı sonuçlara neden olabilir. Bulanık regresyon analizi değişkenler arasındaki ilişkilerin kesin sınırlarla çizilemediği ve veri kaynaklarına güvenin azaldığı durumlarda kullanılan bir yöntemdir. Bulanık regresyon modeli kullanılarak daha güvenilir tahminler elde edilmektedir. Bu çalışmada Türkiye’deki işsizlik oranı tahmini için iki farklı bulanık regresyon analizi yapılmıştır. Ayrıca elde edilen bulanık model parametrelerinin önemi bulanık hipotez testi ile test edilmiştir.

Anahtar sözcükler: : Bulanık Doğrusal Regresyon Analizi, Bulanık Hipotez Testi, İşsizlik.

Abstract

Estimation of Unemployment Rate in Turkey by Fuzzy Linear Regression Analysis

Unemployment rate is one of the most important problems that encountered in developed and developing countries. It is also appeared to be a multi-faceted problem that affects Turkey's economy in the economic and social areas of each period. Unemployment rate, that our country is struggling with for a long time, is reported as %9.8 according to official figures. Unemployment rate is a multi-dimensional problem. Thus, it may result in misleading conclusions if it is only associated with economic growth or be handled alone when solving this problem. Fuzzy regression analysis is a method that relationships between variables are not established with clear boundaries and the reliability of data sources is decreased. Reliable estimates are obtained by using fuzzy regression model. In this study, estimation of unemployment rate which is an important indicator of the level of social development of our country is estimated by using two different fuzzy regression estimation methods. Also fuzzy hypothesis testing is done for the coefficients obtained from the fuzzy regression model and results are interpreted.

Keywords: Fuzzy Linear Regression Analysis, Fuzzy Hypothesis Testing, Unemployment Rate.

1. Giriş

Genellikle ülkelerdeki ekonomik gelişme ve sosyal kalkınma düzeyi, ilgili ülkenin istihdam yapısı ve işsizliğin boyutu için önemli kavramlardır [29]. Bir ülkede sağlanan ekonomik büyümeden, refah artışından pay alabilmek için, her şeyden önce bir işte çalışıyor olmak gerekmektedir. Ekonomide sağlanan büyüme (milli gelir artışı) daha fazla insana istihdam sağlandığı durumda anlam kazanmaktadır.

Çalışma yaşları arasında olan, çalışmaya engel bir özrü bulunmayan ve çalışma arzusuna sahip kişilerin iş bulamaması durumuna işsizlik denir [20]. Günümüzde hayati bir önem taşıyan işsizlik sorunu bir ülkenin ekonomik yapısından doğmakta ve ekonomik yapıdaki gelişmiş ile az gelişmiş olma durumuna göre farklı nedenlerden meydana gelmektedir. Az gelişmiş ülkelerde daha çok sermaye yetersizliğinden kaynaklanan işsizlik sorunu, gelişmiş ülkeler açısından ele alındığında teknolojik ilerlemelerden kaynaklandığı bilinmektedir [29]. Bunun yanında ele alınan ülkenin eğitim politikası, hızlı nüfus artışı, yatırım yetersizlikleri gibi nedenler de bu sorunun daha da ağırlaşmasına neden olmaktadır [10].

İşsizlik oranı tahmini gerek Türkiye gerekse dünyanın birçok ülkesinde üzerinde oldukça çok çalışılan ve bu güne kadar kesin sınırları çizilememiş bir konudur. Bu oranı tahmin etmek için farklı analiz yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca işsizlik oranını etkileyen sebepler araştırılırken, gün geçtikçe farklı değişkenler ele alınmaktadır. Dolayısıyla işsizlik oranı ile ilgili beklentiler ve yorumlar değişmektedir.

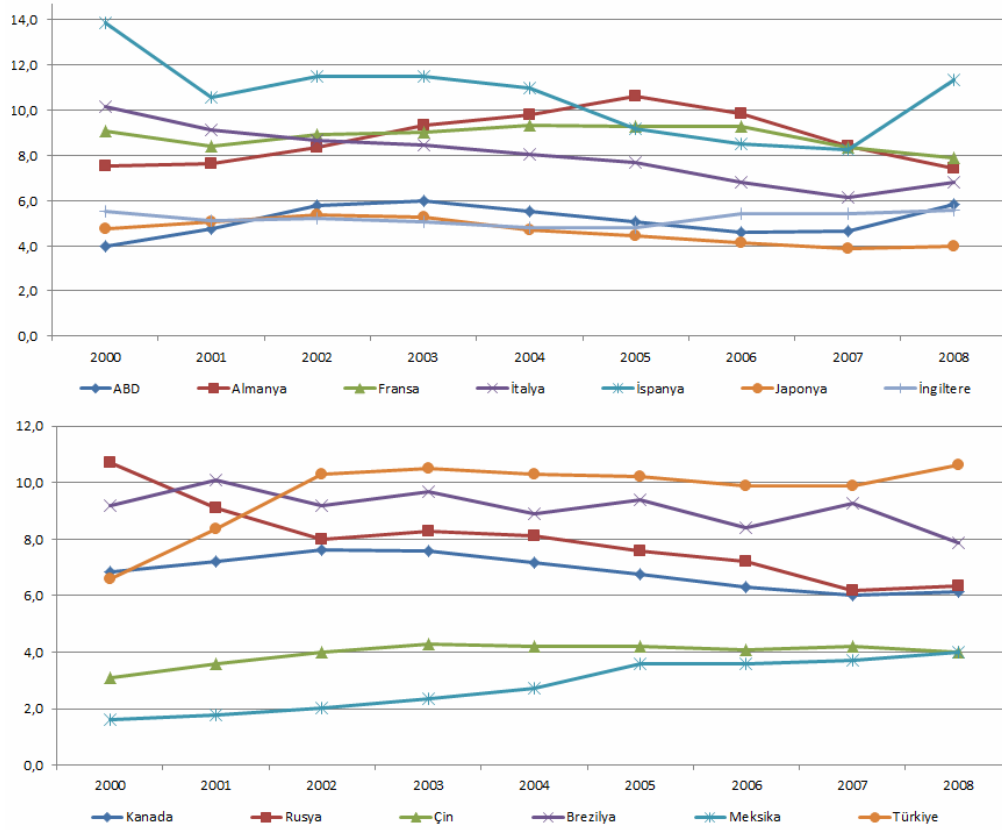
Bu çalışmada, Türkiye'deki 2000 ve 2008 yılları arasındaki işsizlik oranı ve işsizlik oranına etki eden faktörler ele alınmıştır. İşsizlik oranı ile ilgili yapılan literatür taramasına göre, çalışmalar daha çok işsizlik ve enflasyon arasındaki karşılıklı ilişkilerin belirlenmesi yönündedir [25]. Bir ülkedeki fiyatlar genel düzeyindeki artışı ölçmek için belirli bir referans döneminde bireylerin ortalama tüketim kalıplarını yansıtan, tüketici fiyat artış oranı (TÜFE) dikkate alınmaktadır. Ayrıca bir ülkedeki para arzı artış hızı da işsizliği etkileyen en önemli nedenlerden biridir [2]. Tüm sebeplerden dolayı işsizlik oranını etkileyen değişkenler olarak tüketici fiyatı artış oranı (X_1) ve para arzı artış hızı (X_2) seçilmiştir. Bu değişkenlerin dışında daha pek çok değişkenin işsizlik oranını etkilediği bilinmektedir. Ayrıca yapılan literatür taramasında ele alınan bağımlı ve bağımsız değişkenlerin farklı kaynaklarda birbirinden farklı değerler olarak kaydedildiği görülmüştür [18,23]. Bu durumda kesin olarak hesaplanamayan veriyi modellemek için bulanık regresyon modeli kullanılmıştır. Bulanık regresyon modeli elde edildikten sonra Buckley [4] tarafından önerilen bulanık hipotez testi kullanılarak işsizlik oranını belirleyen değişkenlerin önemlilik durumu hipotez testlerine bulanık yaklaşımla belirlenmiştir.

2. İşsizlik oranı ve işsizlik oranını etkileyen değişkenler

Gelişmekte olan ekonomiye sahip olan ülkemizde istihdam ve işsizlik sorununun önemini belirleyen özelliklerin arasında iç ve dış göçler, yetersiz gelir, teknolojik gelişmeler, enflasyon ve bölgeler arası gelişme farklılıkları öne çıkan başlıklar olarak sıralanabilir [10]. Ancak işsizlik sadece Türkiye için değil tüm dünya ülkeleri için önemli bir sorun oluşturmaktadır. Şekil 1'e göre Türkiye için yıllık işsizlik oranları incelendiğinde; 2001 yılında %6,6'den %8,4'e çıkarak yükselme eğilimi içerisine girmiştir. 2002 yılında %10,3 olan işsizlik oranı aynı yıl Şubat ayında yaşanan ekonomik krizle birlikte 2003 yılında %10,5 oranına ulaşmıştır. 2006 yılında bu oran 4 yıl sonra ilk kez %10'un altına düşerek %9,9 olarak gerçekleşmiştir. 2007 yılında işsizlik oranı yine %9,9 olarak belirlenmiştir. Ancak 2008 yılında bu oran önceki senelere göre en yüksek değerine ulaşarak %10,6 olarak gerçekleşmiştir [23]. Benzer yorumlar diğer ülkeler için de yapılabilir.

lke ekonomisi ve sosyal politikaları açısından büyük önem taşıyan işsizlik sorunu dünyadaki tüm ekonomiler üzerinde etkisi sürdürmeye devam etmektedir. Türkiye'deki işsizlik oranı Türkiye İstatistik Enstitüsü (TÜİK) tarafından Uluslararası Emek Örgütünün (ILO) hesaplama yöntemleri kullanılarak belirlenmektedir. TÜİK' in kullandığı tanımına göre, istihdam edilmeyip son üç ayda iş aramış olan ve 15 gün içinde bir işte istihdam edilebilecek durumda olan kişiler işsiz olarak adlandırılmaktadır. Dolayısıyla bu hesaplamaya, işe alındığı takdirde 15 gün içinde işe başlayabilecek olan ancak iş bulma ümidi olmadığı

için son üç ayda iş aramayı bırakmış olanlar; mevsimlik işlerde çalıştığı için iş aramayan kişiler; ev hanımları emekliler dahil edilmemektedir. Dolayısıyla Türkiye’de hesaplanan işsizlik oranı değerleri gerçeği yansıtmaktan bir hayli uzaktır. Kavramsal açıdan Türkiye’de işsizlik ve işsizlik türleri ile ilgili ayrıntılı bilgi için Bozdağlıoğlu [3] çalışması incelenebilir.



Şekil 1. 2000–2008 yılı için gelişmiş ve gelişmekte olan dünya ülkelerindeki işsizlik oranları

İşsizlik sorunun çok boyutlu bir konu olması nedeni ile bu problemi tek başına ele alıp çözümlenmeye çalışmak doğru bir yaklaşım değildir. Bugüne kadar Türkiye’deki işsizlik oranının etkileyen değişkenleri belirlemek ya da işsizlik oranı ile etkileşim içinde olan değişkenleri ele almak amacıyla pek çok çalışma yapılmıştır. Ancak bu çalışmaların çoğu Türkiye’deki işsizlik rakamlarının bir durum değerlendirmesi olmaktan ileri gidememiştir.

İşsizlik ve enflasyon arasındaki ilişkiyi açıklayan en önemli iktisat politikası aracı olarak 1970’lere kadar Phillips eğrisi kullanılmıştır. Ancak 1970’lerden sonra Philips eğrisinin yetersizliği ortaya çıkmış ve bunun yerine doğal oran hipotezi iktisadi politika aracı olarak kullanılmaya başlanmıştır [16].

Göktaş ve İşçi [11] Türkiye’de işsizlik oranını temel bileşenli regresyon analizi ile belirlemiştir. İstatistiksel çıkarım varsayımları kontrol edildikten sonra, temel bileşenler kullanılarak ele aldıkları değişkenlerden işsizlik sorununu açıklamak için yeni değişkenler elde etmişlerdir.

Hepsağ [12] Türkiye’deki enflasyon ve işsizlik arasındaki ilişkiyi “sınır testi” yaklaşımıyla incelemiştir. Buna çalışmaya göre enflasyon ve işsizlik oranının kısa dönemde karşılıklı ilişkisi tespit edilmemiştir, ancak uzun dönemde ilişkili oldukları sonucuna varılmıştır.

Oğuzlar [19] işsizliğe etki eden değerleri medeni durum ve eğitim durumu olarak ele almıştır. Bu değişkenleri kullanarak medyan parlatma analiziyle işsizlik üzerinde etkili olan faktörleri elde etmiştir.

Karaali ve lengin [15] yukarıdaki çalışmalardan farklı olarak esnek hesaplama yöntemlerinden biri olan Yapay Sinir Ağları ve bilişsel haritalar kullanılarak işsizlik oranı öngörü çalışması yapmışlardır.

Ucenic ve George [24], yapay sinir ağları ve bulanık çıkarsama tekniğini beraber kullanarak Yunanistan'ın işsizlik oranını tahmin etmişlerdir.

Yukarıdaki alışmalar incelendiğinde, Karaali ve lengin [15] ile Ucenic ve George [24] dışındaki çalışmalarda işsizlik oranının için genellikle klasik yöntemlerle ele alındığı görülmektedir.

Bu alışmada, Türkiye'deki işsizlik oranı tahmini için bugüne kadar yapılan çalışmalardan farklı olarak ilk kez bulanık regresyon modelleri kullanılmıştır. Bu regresyon modellerinin ilki Tanaka [22] modeli ve ikincisi Buckley [4]'nin önerdiği modeldir. Ayrıca bulanık regresyondaki model parametrelerinin anlamlılığı yine Buckley [4,5,6]'nin önermiş olduğu hipotez testlerine bulanık yaklaşım yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Böylece klasik yöntemlerle çalışmanın imkansız olduğu durumlarda araştırmacıya daha esnek bir çalışma imkanı veren bulanık yaklaşım kullanılarak Türkiye'deki işsizlik oranı tahmini ve bu orana etki eden değişkenler araştırılmıştır.

3. Yöntem

Uygulamada Türkiye'deki 2000–2008 yıllarındaki işsizlik oranları Bulanık Regresyon Analizi (BRA) ile tahmin edilmiştir. Daha sonra elde edilen regresyon modelindeki parametrelerin önem kontrolü Buckley [4]'nin yaklaşımıyla yapılmıştır. Bu amaçla T.C. Devlet Planlama Teşkilati'ndan alınan veriler kullanılmıştır. Bağımlı değişkeni etkilediği düşünülen değişkenler ‘‘tüketiciler fiyatları artış oranı’’ ve ‘‘para arzındaki artış hızı’’ değişkenleri olarak belirlenmiştir.

3.1. Bulanık Doğrusal Regresyon Analizi

Tüm bilim alanlarında uygulanan regresyon analizi, değişkenler arasındaki ilişkiyi modellemek ve gelecek veriyi tahmin etmek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir [26]. Temeli rasgelelik olan klasik regresyon analizinden doğru sonuçları elde etmek için analizde kullanılacak verinin doğadan kesin bir Şekilde elde edilmesi gerekir. Gerçek yaşamdaki kesin olmayış ile beraber bilim ve teknolojiadaki gelişmeler klasik regresyon modeline yeni yaklaşımlar önermiş ve gerçeği olduğu gibi ele alabilen daha kapsamlı zm yollarını sunmuştur [27]. Bunlardan biri de Klasik Doğrusal Regresyon (KDR) analizinin esnetilmesiyle elde edilen ve Zadeh [30]'in bulanık küme teorisini esas alan ‘‘Bulanık regresyon analizi’’ dir.

Bulanık regresyon analizinde bağımlı değişkenler ile bağımsız değişken arasındaki ilişki klasik regresyon analizindeki gibi kesin değildir [9]. Bu nedenle kullanılan bulanık analizler belirsiz olaylarda bağımsız değişkenlerin etkilerini daha gerçekçi bir Şekilde yansıtır. Bulanık regresyon analizi, gözlenen değerler ile hesaplanan değerler arasındaki sapmaların, klasik regresyondaki gibi ölüm ve gözlem hatalarından değil, sistem parametrelerinin (model katsayılarının) bulanıklığından kaynaklandığını temel alır. Bu nedenle BRA'da hata miktarı, modeldeki bulanık parametrelerin yayılımları toplamına eşittir [7]. Ayrıca BRA, doğada ve günlük hayatta klasik mantığa dayanan yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlarda kullanılırken, sistem güvenilirliğini arttırır ve maliyetlerde belirgin düşüşler sağlar, aynı zamanda doğayla tutarlı kararlar verilmesine yardımcı olur [13].

3.1.1. Doğrusal Programlama Temeline Dayanan Bulanık Regresyon Analizi

Tanaka [22] modeli toplam belirsizliğin minimizasyonuna dayanır. Tahmin edilmek istenen bulanık parametreler $\tilde{A}_j = (\alpha_j, c_j)$ olarak ifade edildiğinde, α_j bulanık sayının merkezini, c_j ise yayılım değerinin vermektedir. Buna göre ele alınan regresyon modeli Eşitlik 1 ile verilir.

$$\tilde{Y}_i = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i1} + \tilde{A}_2 X_{i2} + \dots + \tilde{A}_N X_{iN} \quad (1)$$

Burada bulanık gözlem değerleri $\tilde{Y}_i = (\bar{y}_i, e_i)$ olmak üzere,

$$\mu_{\tilde{Y}_i}(y_i) = \begin{cases} 1 - \frac{|y_i - \bar{y}_i|}{e_i}, & \bar{y}_i - e_i \leq y_i \leq \bar{y}_i + e_i \\ 0, & \text{ö.d.} \end{cases} \quad (2)$$

ile üyelik fonksiyonu verilir. Regresyon modelindeki bulanık katsayıların üyelik fonksiyonu ise Eşitlik 3 ile verilmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}_j}(a_j) = \begin{cases} 1 - \frac{|a_j - \alpha_j|}{e_j}, & \alpha_j - c_j \leq a_j \leq \alpha_j + c_j \\ 0, & \text{ö.d.} \end{cases} \quad (3)$$

Oluşturulan modelin bulanık parametrelerini tahmin etmek için Tanaka [22]'nin önerdiği doğrusal programlama modeli aşağıdaki eşitlikte verilmiştir.

$$\text{Min } J = \sum_{j=0}^N \left(c_j \sum_{i=1}^M |x_{ij}| \right) \quad (4)$$

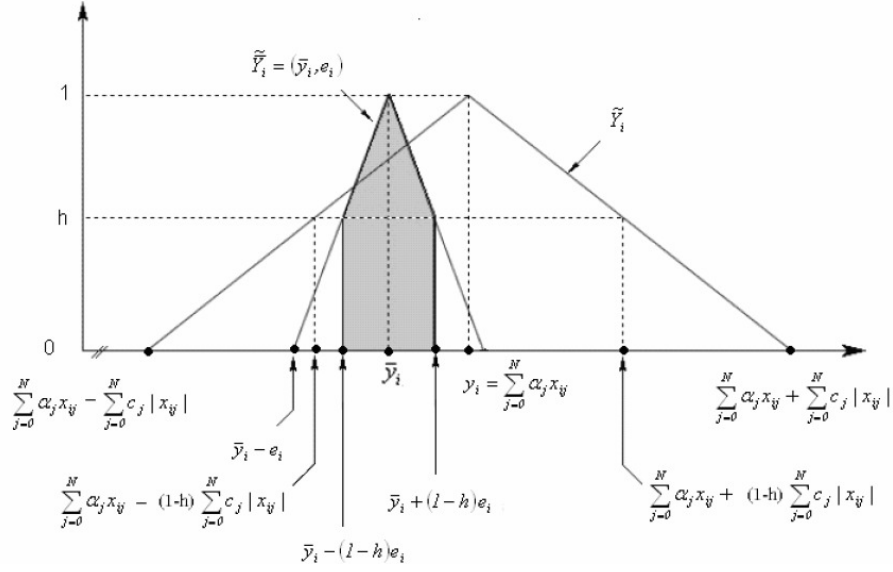
Sağlanması istenen kısıtlar ise aşağıdaki gibidir

$$\begin{aligned} \sum_{j=0}^N \alpha_j X_{ij} + (1-h) \sum_{j=0}^N c_j |X_{ij}| &\geq \bar{y}_i + (1-h)e_i \quad \forall i=1,2,\dots,M \\ \sum_{j=0}^N \alpha_j X_{ij} - (1-h) \sum_{j=0}^N c_j |X_{ij}| &\leq \bar{y}_i - (1-h)e_i \quad \forall i=1,2,\dots,M \\ c_j &\geq 0, \alpha_j \in R, X_{i0} = 1, 0 \leq h \leq 1, \quad \forall i=1,2,\dots,M \quad \forall j=1,2,\dots,N \end{aligned} \quad (5)$$

Burada J modeldeki toplam bulanıklığı göstermektedir. $\tilde{Y}_i = (\bar{y}_i, e_i)$ gözlenen bulanık verinin değeri olmak üzere, \bar{y}_i bulanık merkez, e_i ise bulanık yayılım ölçüsüdür. Eğer gözlemlenen veri bulanık değilse e_i değeri sıfırdır. Buradaki kısıtlarda bulunan h düzeyi, \tilde{Y}_i gözlem değerinin \tilde{Y}_i tahminine en az h derecesi ile bağlı olduğunu gösterir [27]. Bulanık doğrusal regresyon analizi uygulandıktan sonra bulanık gözlem ve bulanık tahmin ile uygunluk ölçüsü h düzeyinin gösterimi Şekil 2 ile verilmiştir [21].

Yukarıda verilen Tanaka [22]'nin önerdiği modelde amaç fonksiyonu toplam yayılımı minimize ederken kısıtlar ise gözlem değerlerinin belirlenen h seviyesinde tahmin edilen bulanık sayı tarafından içerilmesi gerektiğini gösterir.

h düzeyi, analize başlamadan önce veri kümesinin eksik, yarım ya da tam olma durumuna göre araştırmacı tarafından $[0,1]$ aralığında belirlenir [22]. Veri kümesi yeterince geniş olduğunda $h=0$ alınması önerilirken, veri kümesi ideal büyüklüğünden uzaklaştığında h düzeyine daha büyük değerler verilmektedir [1]. h düzeyinin en ideal değerinin ne olması gerektiği literatürde hala bir tartışma konusudur. Konu ile ilgili çalışmalarda h düzeyinin genellikle $[0,0.9]$ aralığında alınması önerilmektedir [1,17,21].



Şekil 2. Bulanık doğrusal regresyonda tahmin değerleri (\tilde{Y}_i), gözlem değerleri (\bar{Y}_i) ve uyum ölçütü (h düzeyi)

3.1.2. Bulanık En Küçük Kareler Yöntemine Dayanan Bulanık Regresyon Analizi

En küçük kareler yönteminin bulanık küme kuramına genişletilmiş hali olan bulanık en küçük kareler (BEKK) yöntemi, bulanık parametreleri tahmin etmek için ilk kez Diamond [8] tarafından kullanılmıştır [27]. BEKK yönteminin amacı, tahmin edilen bulanık bağımlı değişken değerleri ile gözlenen değerleri arasındaki bulanık uzaklığı minimize etmektir [8].

3.1.3. Sistem Parametrelerinin Bulanıklaştırılması Yöntemine Dayanan Bulanık Regresyon Analizi

Regresyon modelinin katsayılarını bulandırarak bulanık doğrusal regresyon modeline ulaşmak uygulamada tercih edilen basit bir yöntemdir. Bunun için KDR analizi ile oluşturulan model katsayıları belirlenen bir “ h seviyesinde” bulanıklaştırılır. Parametrelerin bulanıklaştırılmasına bir başka yaklaşım ise parametrelerin bulanık sayılar olarak tahmin edilmesiyle mümkün olmaktadır [4,5,6]. Bu yaklaşıma göre örneğin “ $\tilde{Y}_i = \tilde{a} + \tilde{b} x_{1i} + \tilde{c} x_{2i}$ ” olarak ifade edilen model katsayıları kesin sayılar olarak düşünülür. Sonra kesin sayı olan a, b, c parametrelerinin güven aralıkları ve varyansın güven aralığı klasik regresyon analizindeki gibi elde edilir. Parametre vektörü θ , gözlem değerleri Y ve girdiler X olmak üzere güven aralıkları tahminleri için kullanılan eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$\theta = [a, b, c] \quad Y = [y_1, y_2, \dots, y_n] \quad X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} \\ 1 & x_{12} & x_{22} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Parametrelerin nokta tahmin vektörü $\hat{\theta} = [\hat{a}, \hat{b}, \hat{c}]$ olarak tanımlandığında $\hat{\theta} = (X'X)^{-1} X'Y$ olarak hesaplanır. Varyans tahmini Eşitlik 7 ile elde edilir.

$$\hat{\sigma}^2 = \sum_{i=1}^n e_i^2 / (n-3) \quad (7)$$

Burada $\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$ ve $\hat{y}_i = \hat{a} + \hat{b}x_{i1} + \hat{c}x_{i2}$ olarak verilmektedir.

Regresyon modelindeki parametreleri bulanıklaştırmak için her bir parametreye ait (a, b, c, σ^2) güven aralıklarının hesaplanması gerekir. $(X'X)^{-1} = A = [a_{ij}]$ olduğunda (a, b, c) için $(1-\gamma)$ güven katsayısındaki güven aralıkları aşağıdaki eşitliklerle hesaplanır.

$$P(\hat{a} - t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{11}} \leq a \leq \hat{a} + t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{11}}) = (1-\gamma) \quad (8)$$

$$P(\hat{b} - t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{22}} \leq b \leq \hat{b} + t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{22}}) = (1-\gamma) \quad (9)$$

$$P(\hat{c} - t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{33}} \leq c \leq \hat{c} + t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{33}}) = (1-\gamma) \quad (10)$$

Buradaki her bir parametre için güven aralıkları aşağıdaki gibi düzenlendiğinde,

$$[\mu_1(\gamma), \mu_2(\gamma)]_a = [\hat{a} - t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{11}}, \hat{a} + t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{11}}] \quad (11)$$

$$[\mu_1(\gamma), \mu_2(\gamma)]_b = [\hat{b} - t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{22}}, \hat{b} + t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{22}}] \quad (12)$$

$$[\mu_1(\gamma), \mu_2(\gamma)]_c = [\hat{c} - t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{33}}, \hat{c} + t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{33}}] \quad (13)$$

Yukarıdaki eşitliklerle her bir parametre için güven aralığı hesaplanır. Bu güven aralıklarını $0.01 \leq \gamma \leq 1$ için üst üste koyduğumuzda her bir parametrenin bulanık tahminine ulaşırız. Bu durumda üçgensel bulanık sayı olarak elde edilen bulanık parametrelerin α -kesimleri aşağıdaki eşitliklerle elde edilir [4].

$$\tilde{a}[\alpha] = [\mu_1(\gamma), \mu_2(\gamma)]_a = [\hat{a} - t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{11}}, \hat{a} + t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{11}}] \quad (14)$$

$$\tilde{b}[\alpha] = [\mu_1(\gamma), \mu_2(\gamma)]_b = [\hat{b} - t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{22}}, \hat{b} + t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{22}}] \quad (15)$$

$$\tilde{c}[\alpha] = [\mu_1(\gamma), \mu_2(\gamma)]_c = [\hat{c} - t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{33}}, \hat{c} + t_{\gamma/2; n-3} \hat{\sigma} \sqrt{a_{33}}] \quad (16)$$

Aynı yöntemle $\hat{\sigma}^2$ ' nin güven aralığı ise Eşitlik 17 ile hesaplanır.

$$P\left[\chi_{L, \gamma/2; n-3}^2 \leq \frac{(n-3)\hat{\sigma}^2}{\sigma^2} \leq \chi_{R, \gamma/2; n-3}^2\right] = P\left[\frac{(n-3)\hat{\sigma}^2}{\chi_{R, \gamma/2; n-3}^2}, \frac{(n-3)\hat{\sigma}^2}{\chi_{L, \gamma/2; n-3}^2}\right] = (1-\gamma) \quad (17)$$

Ancak varyans için güven aralığından oluşturulan bulanık parametre tahmini yanlıdır. Üçgensel bulanık sayı olan parametre tahmininde $\alpha=1$ kesim aralığında bulanık sayının merkez noktasını vermemektedir.

Yansız parametre tahmini elde etmek için Buckley [4] aşağıda verilen $L(\lambda)$ ve $R(\lambda)$ fonksiyonlarını tanımlamıştır.

$$L(\lambda) = [1 - \lambda] \chi_{R, \alpha/2; n-3}^2 + \lambda(n-3) \quad (18)$$

$$R(\lambda) = [1 - \lambda] \chi_{L, \alpha/2; n-3}^2 + \lambda(n-3) \quad (19)$$

Daha sonra α -kesim kümesi $\tilde{\sigma}^2[\alpha] = [\mu_1(\alpha), \mu_2(\alpha)]_{\sigma^2} = \left[\frac{(n-3)\hat{\sigma}^2}{L(\lambda)}, \frac{(n-3)\hat{\sigma}^2}{R(\lambda)} \right]$ olmak üzere yansız

bulanık $\tilde{\sigma}^2$ tahminine ulaşılır ($0 \leq \lambda \leq 1, 0.01 \leq \alpha \leq 1$). Bu fonksiyonlarda $\lambda=0$ için 0.99 güven aralığından işlemlere başlanır ve hesaplamalar $\lambda=1$ de 0.00 güven aralığına kadar devam eder.

3.2. Bulanık Doğrusal Regresyon Model Parametrelerinin Önem Kontrolüne Bulanık Yaklaşım

Oluşturulan regresyon modelindeki parametrelerin önem kontrolüne bulanık yaklaşım klasik hipotez testinin genişletilmiş bir durumudur. Bu bölümde verilen bulanık hipotez testi Buckley [4] yaklaşımıyla oluşturulan parametrelerin anlamlılığını araştırmak için kullanılır. Tüm hesaplamalar α -kesim kümesine göre yapılmaktadır [4,5,6,14].

Bulanık regresyon modelinin bulanık katsayıları ve varyansın bulanık tahmini elde edildikten sonra $(X'X)^{-1} = A = [a_{ij}]$ olmak üzere model parametrelerinden birinin önem kontrolü Buckley [4]'nin önerdiği yaklaşımla aşağıdaki gibi test edilir.

$$H_0 : b = 0, H_1 : b \neq 0$$

KDR analizinde önemliliği araştırılacak olan b parametresi için klasik hipotez testi ile oluşturulan test değeri Eşitlik 20 ile verilir.

$$t_0 = \frac{\hat{b} - 0}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 a_{22}}} \quad (20)$$

Burada γ testin önemlilik düzeyini (1.tip hata) göstermek üzere klasik yaklaşıma göre $t_0 \geq t_{\gamma/2}$ ya da $t_0 \leq -t_{\gamma/2}$ ise H_0 reddedilecek, aksi halde H_0 kabul edilecektir. Eşitlik 15 ile verilen bulanık \tilde{b} parametresi ve bulanık $\tilde{\sigma}^2$ tahmini, Eşitlik 20'de yerine koyulduğunda bulanık test istatistiği aralık aritmetiği ve sadeleştirilmenin yardımıyla Eşitlik 21 ile elde edilir.

$$\begin{aligned} \tilde{T}[\alpha] &= \left[\frac{\hat{b} - t_{\alpha/2} \hat{\sigma} \sqrt{a_{22}}}{\sqrt{(n-3)\hat{\sigma}^2} \sqrt{a_{22}}}, \frac{\hat{b} + t_{\alpha/2} \hat{\sigma} \sqrt{a_{22}}}{\sqrt{(n-3)\hat{\sigma}^2} \sqrt{a_{22}}} \right] \\ &= \left[\sqrt{\frac{R(\lambda)}{n-3}} \left(\frac{\hat{b} - t_{\alpha/2} \hat{\sigma} \sqrt{a_{22}}}{\hat{\sigma} \sqrt{a_{22}}} \right), \sqrt{\frac{L(\lambda)}{n-3}} \left(\frac{\hat{b} + t_{\alpha/2} \hat{\sigma} \sqrt{a_{22}}}{\hat{\sigma} \sqrt{a_{22}}} \right) \right] \\ &= \left[\pi_1 \left(\frac{\hat{b} - 0}{\hat{\sigma} \sqrt{a_{22}}} - t_{\alpha/2} \right), \pi_2 \left(\frac{\hat{b} - 0}{\hat{\sigma} \sqrt{a_{22}}} + t_{\alpha/2} \right) \right] \\ &= \left[\pi_1(t_0 - t_{\alpha/2}), \pi_2(t_0 + t_{\alpha/2}) \right] \end{aligned} \quad (21)$$

Burada hesaplanan bulanık test istatistiği α -kesim kümeleri yardımıyla üçgensel bulanık sayı olarak elde edildiği için tablo değerlerinin de bulanıklaştırılması gerekir. Burada γ önemlilik düzeyi olmak üzere tablonun sağ yan değeri $\widetilde{CV}_2 = t_{\gamma/2}$ olsun. \widetilde{CV}_{21} bulanıklaştırılan tablo değerinin alabileceği en küçük değeri, \widetilde{CV}_{22} ise bulanıklaştırılan tablo değerinin alabileceği en büyük değeri göstermektedir. Buna göre

$$P(\pi_2(t_0 + t_{\alpha/2}) \geq \widetilde{CV}_{22}(\alpha)) = P(t_0 \geq (\widetilde{CV}_{22}(\alpha)/\pi_2) - t_{\alpha/2}) = \gamma/2 \quad (22)$$

Elde edilir. Bu eşitlikte t_0 değeri t dağılımına sahip olduğundan,

$$\widetilde{CV}_{22}(\alpha) = \pi_2(t_{\gamma/2} + t_{\alpha/2}) \quad (23)$$

olarak hesaplanır. \widetilde{CV}_{21} 'nin hesaplanması için aynı işlemler bu kez $\widetilde{T}[\alpha]$ 'nin sol yan değeri ele alınarak tekrarlanır. Elde edilen bulanık tablo değeri Eşitlik 24 ile verilir.

$$\widetilde{CV}_2[\alpha] = [\pi_1(t_{\gamma/2} - t_{\alpha/2}), \pi_2(t_{\gamma/2} - t_{\alpha/2})] \quad (24)$$

T dağılımı simetrik bir dağılım olduğundan tablonun sol yan değerinin bulanıklaştırılması için $\widetilde{CV}_1 = -\widetilde{CV}_2$ eşitliği kullanılır. Buna göre elde edilen $\widetilde{CV}_1[\alpha]$ değeri Eşitlik 25 ile verilmiştir.

$$\widetilde{CV}_1[\alpha] = [\pi_2(-t_{\gamma/2} - t_{\alpha/2}), \pi_1(-t_{\gamma/2} + t_{\alpha/2})] \quad (25)$$

Eşitlik 24 ve Eşitlik 25'te γ testin önemlilik düzeyini gösterir ve sabittir. α ise $[0.01, 1]$ aralığında değişir. Son olarak \widetilde{T} , \widetilde{CV}_2 ve \widetilde{CV}_1 değerlerinin farklı durumları göz önüne alınarak hipotezin reddine ya da kabulüne karar verilir. Buna göre:

- (1) Eğer $\widetilde{T} > \widetilde{CV}_2$ ise H_0 reddedilir.
- (2) Eğer $\widetilde{T} < \widetilde{CV}_1$ ise H_0 reddedilir.
- (3) Eğer $\widetilde{CV}_1 < \widetilde{T} < \widetilde{CV}_2$ hipotez kabul edilsin.
- (4) Eğer $\widetilde{CV}_1 < \widetilde{T} \approx \widetilde{CV}_2$ ise bir karara varılamaz.
- (5) Eğer $\widetilde{CV}_1 \approx \widetilde{T} < \widetilde{CV}_2$ ise bir karara varılamaz.

Bulanıklaştırılan tablo değeri ile bulanık test istatistik değeri birbirine çok yakın ise hipotezde bir karara varılamaz. Buckley [4]'ün önerdiği bu yöntem, oluşturulan test istatistik değerinin tablo değerine çok yakın bulunması durumunda kullanılması tavsiye edilir [4].

4. Uygulama

Türkiye'de hesaplanan tüketici fiyatı artış oranı ve para arzındaki artış oranının işsizlik oranına olan etkisini belirlemek için regresyon modeli kurulmuştur. Klasik yöntemle oluşturulan regresyon modeli Eşitlik 26 ile verilmektedir.

$$\hat{Y} = 10.9933 - 0.038 X_1 - 0.010 X_2 \quad (26)$$

Burada tüketici fiyatı artış oranı (X_1) ve para arzı artış hızının (X_2) işsizlik oranı (\hat{Y}) üzerinde negatif yönlü bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Tahmin edilen modelin anlamlılığı için hesaplanan ANOVA çizelgesine göre model anlamlı çıkmıştır.

Çizelge 1. 2000-2008 Dönemi ANOVA tablosu.

	Kareler Toplamları	s.d.	Kareler Ortalaması	F	P değeri
Regresyon	9.745	2	4.873	7.282	0.025
Artık	4.015	6	0.663		
Genel	13.760	8			

Ayrıca Çizelge 2 incelendiğinde tüketici fiyatı artış oranı, işsizlik oranını belirlemede anlamlı bir etkiye sahipken, aynı durum para arzı artış hızı değişkeni için söylenemez. Ancak dikkat edilirse tüketici fiyatı artış oranı değişkeninin çok küçük bir değer farkıyla modelde yer alması anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 2. Katsayılar ve güven aralıkları.

	Model Parametreleri	St.Hata	t	Sig	Güven Aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
<i>a</i>	10.9933	0.520	21.152	0.000	9.721	12.265
<i>b</i>	-0.038	0.015	-2.627	0.039	-0.074	-0.003
<i>c</i>	-0,010	0.018	-0.555	0.599	-0.053	0.033

Regresyon modelinin anlamlı olması kadar gözlem değerlerinin modele uyumunu gösteren belirtme katsayısı da önemli bir değerdir. Bu modelde $R^2 = 0.708$ olarak hesaplanmıştır. Bağımlı değişkendeki değişmelerin %70,8'i bağımsız değişkenler tarafından açıklanmaktadır. Bunun yanında düzeltilmiş R^2 değerinin 0,611 olarak bulunması da kurulan regresyon modeline olan güveni azaltmaktadır.

Bu model oluşturulurken klasik regresyon analizinin gerektirdiği varsayımlara bakılmamıştır. Gerçekte 8 gözlem ile yapılacak regresyon modelinden elde edilecek sonuçların anlamı düşünülemez. Ancak gerçek hayatta öyle durumlar ile karşılaşılır ki sadece 8 ya da 9 gözlemle regresyon yapılmak zorunda kalınabilir. Hatta yeterli kadar gözlem olsa dahi klasik regresyonun varsayımları sağlanmayabilir. Bu gibi durumlarda kullanılan bulanık regresyon analizi araştırmacıya daha esnek bir ortamda çalışma imkanı sağlar.

Türkiye'de işsizlerin miktarını ve işsizlik oranını belirleyen net ve kesin bilgilere ulaşmak mümkün olamamaktadır. Bunun önde gelen nedenlerinden biri, gelişmiş Batı ülkelerinde uygulanan işsizlik sigortasının etkin bir şekilde uygulamaya geçirilememiş olmasıdır. Bu nedenle, Türkiye'de işsizlikle ilgili rakamların gerçeği tam yansıtmadığı konusu çok sık tartışılmaktadır [3]. Bu durumda da eldeki verilere klasik yöntemlerden birini uygulamak, araştırmacıyı gerçek sonuçlardan uzaklaştırır. Veriler doğadan net bir şekilde alınamıyorsa bulanık yöntemler doğa ile daha yakın sonuçları araştırmacıya sunar.

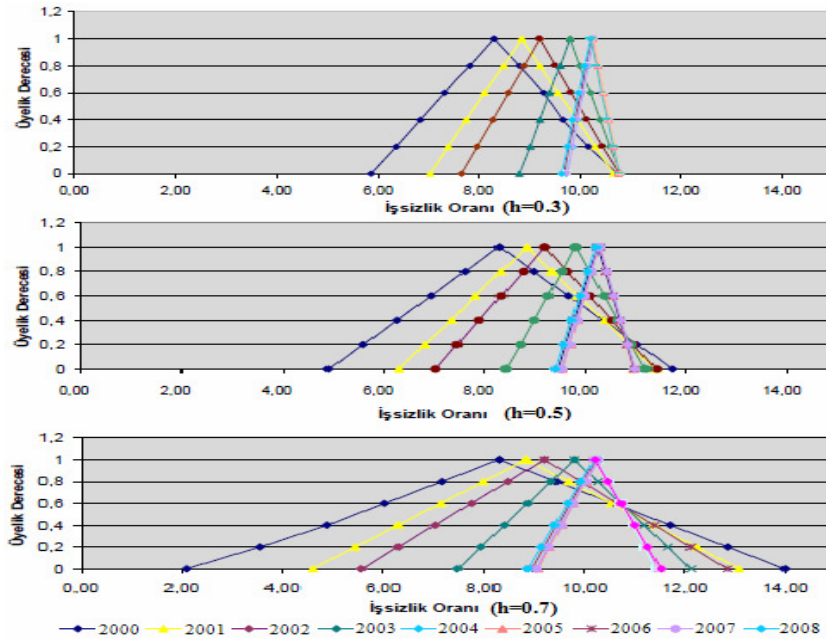
Doğrusal programlama yaklaşımı ile yapılan bulanık regresyon analizine göre farklı h düzeyleri ele alınmıştır. Bu amaçla Eşitlik 4 ile verilen amaç fonksiyonu bulanık katsayıların toplam yayılımlarını minimize etmek için kullanılır. Buna göre Eşitlik 5 ile verilen denklemler regresyon katsayılarının merkez ve yayılım değerlerini elde etmek için kullanılır. LINGO 11.0 paket programı kullanılarak farklı h düzeyleri için elde edilen bulanık tahminlerin merkez ve yayılım değerleri Çizelge 3 ile verilmiştir.

Çizelge 3. Bulanık tahminler ve yayılımları.

Yıllar	Bulanık Merkez Değerleri	(h=0.3)		(h=0.5)		(h=0.7)	
		Yayımlar	Uygunluk Derecesi	Yayımlar	Uygunluk Derecesi	Yayımlar	Uygunluk Derecesi
2000	8,305	2,435	0,34	3,410	0,50	5,683	0,50
2001	8,844	1,817	0,99	2,544	0,83	4,240	0,83
2002	9,210	1,558	0,30	2,181	0,50	3,635	0,50
2003	9,805	0,994	0,30	1,391	0,50	2,319	0,50
2004	10,257	0,518	0,99	0,725	0,94	1,208	0,94
2005	10,259	0,506	0,99	0,709	0,92	1,182	0,92
2006	10,226	0,546	0,40	0,765	0,57	1,275	0,57
2007	10,267	0,524	0,30	0,733	0,50	1,222	0,50
2008	10,202	0,569	0,31	0,797	0,50	1,328	0,50

Çizelge 3 incelendiğinde $h=0.3$ için Tanaka [22] modelinde sistemin ortalama h düzeyi $\bar{h}=0.55 > 0.3$ olarak hesaplanmıştır. $h=0.5$ için sistemin ortalama h düzeyi $\bar{h}=0.64 > 0.5$ olarak hesaplanmıştır ayrıca $h=0.7$ için sistemin ortalama h düzeyi $\bar{h}=0.78 > 0.7$ olarak hesaplanmıştır. Bu tablonun Grafiksel gösterimi Şekil 2 ile verilmiştir.

Şekil 2 incelendiğinde Tanaka [22] modelinde sistemin ortalama h düzeyi arttığında sistemin bulanıklığının arttığı görülür.

**Şekil 2.** Farklı h düzeyleri için yıllar göre tahmin edilen işsizlik oranları değerleri.

Yukarıdaki farklı 3 durum ele alındığında, seçilen farklı h düzeyine göre sistem parametrelerinin bulanıklığında değişiklik olduğu görülür. Ayrıca h düzeyi ne kadar büyük alınırsa parametrelerin bulanıklıklarının arttığı görülmektedir. Model, sistemde bulunan her verinin belirlenen h düzeyine eşit ya da ondan büyük olmaya zorlar. Araştırmacı tarafından seçilen h düzeyi ne kadar artarsa (modeldeki tahmin edilen verinin gerçek veriye ne kadar yakın olmasını isterse), tahmin edilen işsizlik oranı değerinin yayılımı ile sistem bulanıklığı da aynı doğrultuda artar. h düzeyinin ne alınması gerektiği konusu hala süregelen bir tartışma olduğu için bu yöntemle elde edilen sonuçlar da gerçeği çok yansıtmaz.

Yukarıdaki nedenlerden dolayı çalışmaya Buckley [4]'nin önerdiği sistem parametrelerinin bulanıklaştırılması ile elde edilen bulanık regresyon modeli ile devam edilmiştir. Bu amaçla regresyon modelindeki parametreleri bulanıklaştırmak için klasik regresyon modelindeki her bir parametreye ait hesaplanan güven aralığı aşağıdaki eşitliklerle verilmiştir.

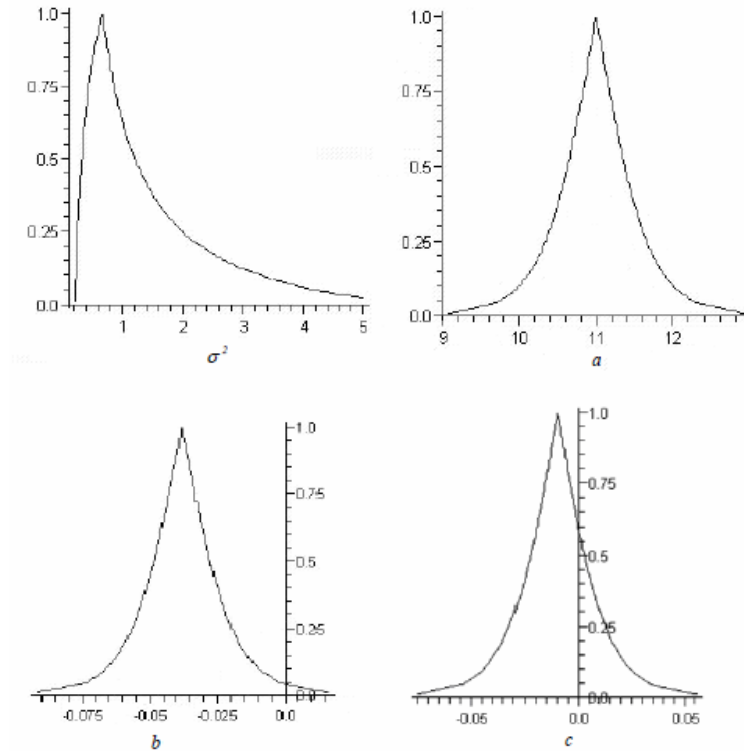
$$P\left(10.993 - t_{\alpha/2; n-3} \sqrt{0.669} \sqrt{0.404} \leq \alpha \leq 10.993 + t_{\alpha/2; n-3} \sqrt{0.669} \sqrt{0.404}\right) = (1 - \alpha) \quad (27)$$

$$P\left(-0.038 - t_{\alpha/2; n-3} \sqrt{0.669} \sqrt{0.0003} \leq b \leq -0.038 + t_{\alpha/2; n-3} \sqrt{0.669} \sqrt{0.0003}\right) = (1 - \alpha) \quad (28)$$

$$P\left(-0.010 - t_{\alpha/2; n-3} \sqrt{0.669} \sqrt{0.005} \leq c \leq -0.010 + t_{\alpha/2; n-3} \sqrt{0.669} \sqrt{0.005}\right) = (1 - \alpha) \quad (29)$$

$$P\left(\frac{6 * 0.669}{(1 - \lambda) \chi_{R; \alpha/2; n-3}^2 + 6\lambda} \leq \sigma^2 \leq \frac{6 * 0.669}{(1 - \lambda) \chi_{L; \alpha/2; n-3}^2 + 6\lambda}\right) = (1 - \alpha) \quad (30)$$

Bulanık regresyon parametreleri yukarıdaki güven aralıkları kullanılarak MAPLE 10 programında yazılmıştır. Burada $0 \leq \lambda \leq 1$ ve $0.01 \leq \alpha \leq 1$ olmak üzere oluşturulan bulanık parametre tahminleri Şekil 3 ile verilmiştir.



Şekil 3. Bulanık doğrusal regresyon modelinin bulanık parametreleri.

Yukarıda verilen bulanık parametreler elde edilirken her parametreye ait sadece bir güven aralığı değil, birden fazla güven aralığı hesaplanarak üst üste koyulmuştur. Böylece her parametre için elde edilen üçgensel bulanık sayılar hesaplanmıştır. Bu parametreler kullanılarak elde edilen bulanık işsizlik oranları değerleri Çizelge 4 ile verilmiştir.

Çizelge 4. Buckley [4]' nin bulanık regresyon analizi ile tahmin edilen bulanık işsizlik oranı değerleri.

Yıllar	Tahmin		Tahmin	
	Alt sınır	Üst Sınır	Merkez	Yayılm
2000	-1.140	16.509	7.684	8.824
2001	-2.142	18.365	8.112	10.253
2002	2.779	15.216	8.998	6.219
2003	5.806	14.012	9.909	4.103
2004	6.483	14.376	10.430	3.947
2005	6.172	14.626	10.399	4.227
2006	6.292	14.465	10.379	4.086
2007	7.046	13.951	10.499	3.453
2008	6.158	14.522	10.340	4.182

Çizelge 4 incelendiğinde 2000 ve 2001 yılları için alt sınır değerinin negatif hesaplandığı görülmektedir. Buckley [4] yönteme göre öncelikle model parametreleri üçgensel sayılar olarak tahmin edilir. Her parametrenin alfa değeri ne kadar küçük alınırsa belirsizlik o kadar artar. Bu tabloda da maksimum belirsizlikler verilmiştir. Dolayısıyla maksimum belirsizlikte bulanık işsizlik oranının alt sınırının negatif çıkması mümkündür. Ancak tahmin edilen değer oran olduğu için yorum yapılırken negatif olarak hesaplanan bu değerlerin sıfır olarak yorumlanması uygundur.

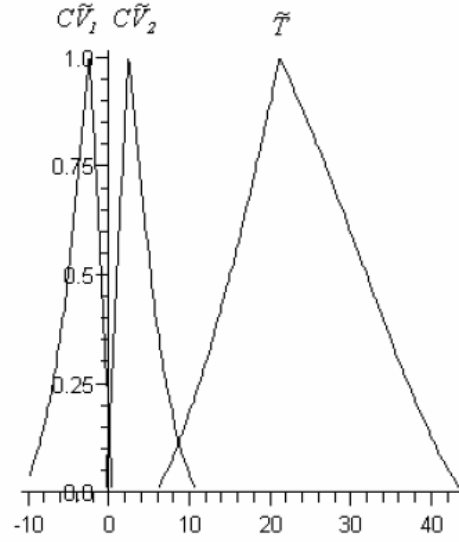
Bulanık doğrusal regresyon modeli kurulduktan sonra parametrelerinin önem kontrolü Buckley [4]' nin önerdiği yöntemle yapılmıştır. Bu yaklaşım da Türkiye'deki işsizlik oranı verisine ilk kez uygulanmıştır. İlk olarak test edilmek istenen hipotez değeri için aşağıdaki gibi verilmiştir (ele alınan tüm hipotezlerde birinci tip hata olasılığı $\gamma=0.05$ olarak alınmıştır). (1) $H_0 : a = 0$, $H_1 : a \neq 0$ olarak kurulan hipotez testinde oluşturulan test istatistiği Eşitlik 31 ile verilmiştir.

$$\tilde{T} = \frac{\tilde{a} - 0}{\tilde{\sigma} \sqrt{a_{11}}} \quad (31)$$

Eşitlik 31' in hesaplanması için bulanık parametre tahminleri olan \tilde{a} ve $\tilde{\sigma}$ değerlerinden yararlanılır. Ayrıca $\hat{a} = 10.993$, $n = 9$, $\hat{\sigma}^2 = 0.669$, $t_{0.025;6} = 2.447$, $a_{11} = 0.4037$, $0.01 \leq \beta \leq 1$ ve $0 \leq \lambda \leq 1$ olmak üzere $t_0 = 21.153$ olarak hesaplanmıştır. Bulanık test istatistiğinin alfa kesim kümeleri ve beraber bulanıklaştırılan kritik tablo değerleri MAPLE 10 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Sonuçlar Şekil 4 ile verilmiştir.

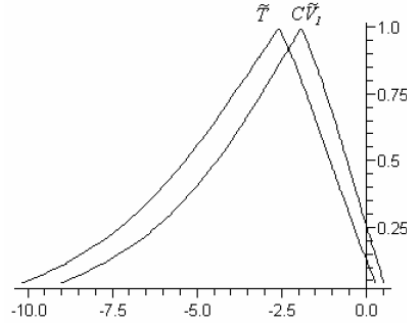
Şekil 4'te verilen grafik incelendiğinde $\tilde{T} > \widehat{CV}_2$ olduğu açıkça görülmektedir. Sonuç olarak H_0 hipotezi ($\gamma = 0.05$ için) reddedilir. Aynı sonuçlar klasik hipotez testi için de geçerlidir. Çünkü bulanık değerlerde $\alpha = 1$ alınırsa bulanık test istatistiği klasik test istatistiğine döner. Daha sonra (2) $H_0 : b = 0$, $H_1 : b < 0$ olarak tek yönlü kurulan hipotez testinde oluşturulan test istatistiği Eşitlik 32 ile verilmiştir.

$$\tilde{T} = \frac{\tilde{b} - 0}{\tilde{\sigma} \sqrt{a_{22}}} \quad (32)$$



Şekil 4. Bulanık test istatistiği (\tilde{T}) ve bulanıklaştırılan tablo değeri ($\widetilde{CV}_1, \widetilde{CV}_2$) Bulanık doğrusal regresyon modelinin bulanık parametreleri.

Eşitlik 32' nin hesaplanması için bulanık parametre tahminleri olan \tilde{b} ve $\tilde{\sigma}$ değerlerinden yararlanılır. Ayrıca $\hat{b} = -0.038$, $n = 9$, $\hat{\sigma}^2 = 0.669$, $t_{0.05;6} = -1.943$, $a_{11} = 0.000319$, $0.01 \leq \beta \leq 1$ ve $0 \leq \lambda \leq 1$ olmak üzere $t_0 = -2.601$ olarak hesaplanmıştır. Bulanık test istatistiğinin alfa kesim kümeleri ve beraber bulanıklaştırılan kritik tablo değeri MAPLE 10 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Sonuçlar Şekil 5 ile verilmiştir.



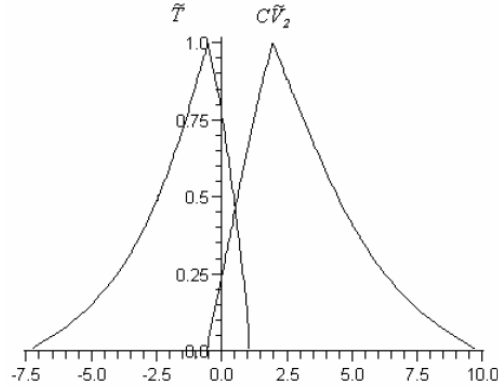
Şekil 5. Bulanık test istatistiği (\tilde{T}) ve bulanıklaştırılan tablo değeri (\widetilde{CV}_1).

Yukarıda verilen grafik incelendiğinde $\tilde{T} \approx \widetilde{CV}_1$ olduğu görülmektedir. Sonuç olarak klasik yaklaşıma göre reddedilen H_0 hipotezi ($\gamma = 0.05$ için) hakkında bir karara varılamaz. Son olarak (3) $H_0 : c = 0$, $H_1 : c > 0$ tek yönlü kurulan hipotez testinde oluşturulan test istatistiği Eşitlik 33 ile verilmiştir.

$$\tilde{T} = \frac{\tilde{c} - 0}{\tilde{\sigma} \sqrt{a_{33}}} \quad (33)$$

Eşitlik 33' ün hesaplanması için bulanık parametre tahminleri olan \tilde{c} ve $\tilde{\sigma}$ değerlerinden yararlanılır. Ayrıca $\hat{c} = -0.010$, $n = 9$, $\hat{\sigma}^2 = 0.669$, $t_{0.05;6} = 1.943$, $a_{11} = 0.000468$, $0.01 \leq \beta \leq 1$ ve $0 \leq \lambda \leq 1$ olmak üzere $t_0 = -0.5652$ olarak hesaplanmıştır. Bulanık test istatistiğinin alfa kesim kümeleri ve

beraber bulanıklaştırılan kritik tablo değeri MAPLE 10 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Sonuçlar Şekil 6 ile verilmiştir.



Şekil 6. Bulanık test istatistiği (\tilde{T}) ve bulanıklaştırılan tablo değeri (\widetilde{CV}_2).

Yukarıda verilen grafik incelendiğinde $\tilde{T} < \widetilde{CV}_2$ olduğu görülmektedir. Sonuç olarak H_0 hipotezi ($\gamma = 0.05$ için) kabul edilir. Aynı durum klasik yaklaşımla yapılan hipotez testi sonucu için de geçerlidir.

BRA nokta tahmini yerine aralık tahmini yapılmak istendiğinde klasik yöntemlerden daha başarılı sonuçları veren bir yöntemdir [9]. Bilindiği gibi işsizlik oranı bu çalışmada ele alınan değişkenler dışında daha pek çok ekonomik ve sosyal değişkenden etkilenmektedir. Bu nedenle ortaya çıkan belirsizlik durumu sistemde bulanıklığa neden olmaktadır. Bunun için oluşturulan bulanık regresyon modelinde girdi değerlerinin kesin sayı olup değişkenler arasındaki ilişkinin bulanık olduğu durum düşünülmüştür. Bulanık regresyon modeli tahmini için kullanılan doğrusal programlama yöntemi, farklı bulanıklık seviyelerinde tahmin yapabilmeye olanağı sunmaktadır. Uygulamada $h_1 = 0.3$, $h_2 = 0.5$ ve $h_3 = 0.7$, ve düzeyinde Lingo 11.0 paket programında yazılan kodlar kullanılarak bulanık tahminler yapılmıştır. Tahmin aralıkları bulanıklık seviyesi arttığında genişlerken, bulanıklık seviyesi düştüğünde daralmakta ve gerçek değerlere yaklaşmaktadır. Kısaca araştırmacı, gözlem değerlerinin yüksek derecelere tahmin değerlerinin içinde yer almasını istedikçe oluşturulan tahminlerin bulanıklığı artar. Bu yüzden analizlerde kullanılması gereken uygun bulanıklık derecesi seçimi literatürde hala süregelen bir tartışma konusudur. Ayrıca Tanaka [22] modeli, aykırı değerlere karşı çok duyarlıdır ve değişken sayısı çok olduğunda çoklu bağlantı sorunu etkileri görülebilir. Katsayıları bulanıklaştırma yöntemi ise klasik tahminlerin aralığını genişleterek daha geniş bir bakış açısıyla yorumlar yapmayı sağlamıştır. Dolayısıyla bulanıklaştırma işlemi klasik tahminlerin mevcut yapısını koruyarak, sadece tahmin aralığını genişletmektedir. Bulanık regresyon modeli yöntemiyle tahmin edilen parametrelerin önemliliği tek yönlü ve iki yönlü kurulan hipotezlerle test edilmiştir. Maple 10 paket programında yazılan kodlarla, bulanık sayı olarak oluşturulan test istatistiği ve bulanıklaştırılan tablo değeri karşılaştırılmıştır. Ayrıca bulanık hipotez testi sonuçları klasik yöntemler tarafından desteklenmektedir. Tüketici fiyatı artış oranı değişkeninin önemliliği bulanık yöntemle test edildiğinde, klasik yaklaşıma göre reddedilen hipotezi hakkında net bir karara varılamaz. Tablo değerinin hesap değerine çok yakın olduğu durumlarda hipotez testine bulanık yaklaşım daha ayrıntılı sonuçların elde edilmesini sağlar. Burada test istatistiği alt sınır değerinin negatif, üst sınır değerinin pozitif olması durumunda çeşitli sorunlarla karşılaşmıştır. Buckley [4]'nin yapmış olduğu, test istatistiği tepe noktasının aldığı değere göre tablo değeri hesaplanması önerisi bazı durumlarda yetersiz kalmaktadır.

5. Sonuçlar

İşsizlik oranı gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için ekonominin en kritik göstergelerinden birisidir. İşgücü piyasasına yönelik geliştirilebilecek iktisat politikalarının da en önemli başvuru kaynaklarından birisi işsizlik oranıdır [28]. İşsizlik oranını belirlemek ve işsizlik oranını etkileyen değişkenleri belirlemek

adına bu güne kadar pek çok çalışma yapılmıştır. Ancak yıllara göre Türkiye'deki işsizlik oranı değerlerinin çeşitli kaynaklarda farklı olarak verildiği grlmştir. Bunun yanında işsizlik sorunu çok boyutlu bir konu olduğu için bu sorunu sadece ekonomik büyüme ile açıklamaya çalışmak yanılıcı sonuçlara neden olabilir. Bulanık regresyon analizi, veri kaynaklarına güvenin azaldığı ya da değişkenler arası ilişkilerin net sınırlarla çizilemediği durumlarda kullanılan bir yöntemdir.

Bu alışmada Türkiye'deki işsizlik oranı tahmini için iki farklı bulanık regresyon analizi yapılmıştır. Ayrıca elde edilen model parametrelerinin önemli olup olmadığı Buckley [4]'nin önerdiği bulanık hipotez testi ile test edilmiştir. Bu açıdan ele alındığında, Türkiye'deki işsizlik oranı farklı bir yaklaşımla tahmin edilmiştir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda test istatistiğinin aldığı tüm negatif ve pozitif değerler göz önüne alınarak yeni bir test istatistiği oluşturulabilir. Ayrıca Tanaka [22] modeline göre oluşturulan parametrelerin önemliliğini test etmek için farklı test istatistikleri geliştirilebilir. Bunun yanında diğer çalışmalarda işsizliği etkileyen faktörler kullanılarak bulanık regresyon analiziyle bulanık öngörüler yapılabilir. Değişkenlerin önem dereceleri bulanık katsayılarla ifade edilebilir.

Kaynaklar

- [1] M. A. Başaran, 2007, ok Değişkenli Bulanık Regresyonda Parametre Tahmini, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi.
- [2] C. Bekiroğlu, 2010, Türkiye'de İşsizlik Sorununun zmlenmesinde Uygulanan Ekonomi Politikalarının Analizi, Kadir Has Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Finans Bankacılık Yüksek Lisans Programı, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi.
- [3] U. Y. Bozdağlıoğlu, 2008, Türkiye'de İşsizliğin zellikleri ve İşsizlikle Mücadele Politikaları, *Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 45-65.
- [4] J. J. Buckley, 2004, *Fuzzy Statistics*, Springer, Germany.
- [5] J. J. Buckley, 2005, Fuzzy statistics: regression and prediction, *Soft Comput*, 9, 769-775.
- [6] J. J. Buckley, 2006, *Fuzzy Probability and Statistics*, Springer, Netherlands.
- [7] Y. H. O. Chang, B. M. Ayyub, 2001, Fuzzy regression methods a comparative assessment, *Fuzzy Sets and Systems*, 119, 187-203.
- [8] P. Diamond, 1988, Fuzzy Least Squares, *Information Sciences*, 46, 141-157.
- [9] N. A. Erilli, M. K. Krez, Y. ner, K. Alakuş, 2012, Kritik (kriz) Dönem Enflasyon Hesaplamalarında Bulanık Regresyon Tahminlemesi, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 13 (2), 239-253.
- [10] B. Y. Eser, H. Terzi, 2008, Türkiye'de işsizlik sorunu ve Avrupa istihdam stratejisi, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30, 229-250.
- [11] A. Göktaş, . İşçi, 2010, Türkiye'de İşsizlik Oranlarının Temel Bileşenli Regresyon Analizi ile Belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 14 (20), 279-294.
- [12] A. Hepsağ, 2009, Türkiye'de Enflasyon ile İşsizlik Arasındaki İlişkinin Analizi: Sınır Testi Yaklaşımı, *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 59 (1), 169-190.
- [13] D. İçen, 2010, Bulanık Doğrusal Regresyon Analizi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Yüksek Lisans Tezi.
- [14] C. Kahraman, A. Beşkese, F. T. Bozbura, 2006, Fuzzy regression approaches and applications, *StudFuz*, 201, 589-615.
- [15] F. . Karaali, F. lengin, 2008, Yapay Sınır Ağları ve bilişsel haritalar kullanılarak işsizlik oranı öngörü alışması, *İTÜ dergisi/d*, 7 (3), 15-26.
- [16] O. Mikhail, C. J. Eberwein, J. Handa, 2003, The Measurement of Persistence and Hysteresis in Aggregate Unemployment, [erişim adresi]: <http://128.118.178.162/eps/mhet/papers/0311/0311002.pdf> [erişim tarihi: 13.09.2013].
- [17] H. Moskowitz, K. Kim, 1993, On assessing the H value in fuzzy linear regression, *Fuzzy Sets and Systems*, 58, 303-327.
- [18] OECD, 2013, [erişim adresi]: <http://stats.oecd.org/Index.aspx?DatasetCode=STLABOUR#> [erişim tarihi: 01.10.2013].
- [19] A. Oğuzlar, 2007, İşsizliğe Etki Eden Değişkenlerin Medyan Parlatma Tekniğiyle Analizi, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21 (1), 103-117.
- [20] H. Seyidoğlu, 1999, *Ekonomik terimler*, Güzem can yayınları, İstanbul.

- [21] A. F. Shapiro, 2005, Fuzzy Regression Models, Penn State University, USA [erişim adresi]: <http://www.soa.org/library/research/actuarial-research-clearing-house/2006/january/arch06v40n1-ii.pdf>, [erişim tarihi: 13.12.2012].
- [22] K. Tanaka, S. Uejima, K. Asai, 1982, Linear regression analysis with fuzzy model, *IEEE*, 12 (6), 903-907.
- [23] T.C. Devlet Planlama Teşkilatı, 2010, [erişim adresi]: <http://ekutup.dpt.gov.tr/ueg/2009/2009.asp> [erişim tarihi: 04.02.2010].
- [24] C. I. Ucenic, A. George, 2008, Soft computing methods applied in forecasting of economic indices case study: forecasting of Greek unemployment rate using an artificial neural network with fuzzy inference system, *MACMESE'08 Proceedings of the 10th WSEAS international conference on Mathematical and computational methods in science and engineering*, 233-237.
- [25] D. Uysal, S. Erdoğan, 2003, Enflasyon ve İşsizlik Oranı Arasındaki İlişki ve Türkiye Örneği (1980 – 2002), *Selçuk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 6, 35-47.
- [26] H. F. Wang, R. C. Tsaur, 2000a, Insight of a fuzzy regression model, *Fuzzy Sets and Systems*, 112, 355-369.
- [27] H. F. Wang, R. C. Tsaur, 2000b, Resolution of fuzzy regression model, *European Journal of Operational Research*, 126, 637-650.
- [28] H. M. Yüceol, 2005, Bir Politika Değişkeni Olarak İşsizliğin Ölçülmesi Sorunu ve Türkiye’de Gerçek İşsizlik Oranı, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 3 (12), 118-133.
- [29] Ö. G. Yılmaz, 2005, Türkiye ekonomisinde büyüme ile işsizlik oranları arasındaki nedensellik ilişkisi, *Ekonometri ve İstatistik*, 2, 11-29.
- [30] L. A. Zadeh, 1965, Fuzzy Sets, *Information and Control*, 8, 338-353.