

LOGİT VE PROBİT MODELLERİNDE UYUM İYİLİĞİ ÖLÇÜLERİ

Ebru ÇAĞLAYAN¹
Melek ASTAR²

ÖZET

Bu çalışmada, farklı uyum iyiliği ölçülerinin hesaplanması ve hem logit hem de probit model için sonuçlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde, farklı uyum iyiliği ölçülerinin farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Sonuçlar göstermektedir ki; modellerin karşılaştırılması için aynı uyum iyiliği ölçüsünün hesaplanması ve kullanılması oldukça önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Uyum iyiliği ölçüsü, Logit, Probit

GOODNESS OF FIT MEASURES IN LOGIT AND PROBIT

ABSTRACT

In this paper, we calculate the different goodness of fit measures for both logit and probit model and compare the results. The findings of the study indicate that there are large numerical differences between the different measures. The results show that it is obviously important to ensure it is the same measure when comparing the goodness of fit values from the same estimation method on different data sets and models.

Key Words: Goodness of fit measures, Logit, Probit.

¹ Doç.Dr. Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F.Ekonometri Bölümü, İstanbul

² Doktora Öğrencisi, Marmara Üniversitesi S.B.E. Ekonometri Bilim Dalı

1. Giriş

Son yıllarda, sosyal alanlardaki araştırmalarda, ikili nitel tercih modelleri araştırmacıların büyük bir çoğunluğu tarafından tercih edilmektedir. İkili nitel tercih modelleri için birçok uyum iyiliği ölçüsü geliştirilmesine rağmen, ne yazık ki uyum iyiliğinin nasıl belirleneceğine dair genel bir görüş bulunmamaktadır. Bu ölçüler, farklı modellerin karşılaştırılmasında ve model seçiminde yararlı olabilmektedir.

Yapılan çalışmalarda da görüleceği gibi önerilen uyum iyiliği ölçülerinden hangisinin daha iyi olduğu sorusuna hala tam bir kesin cevap verilememiştir. Ekonometrisyenler en genel ve geçerli Pseudo-R² değeri konusuna oldukça önem vermekte ve bu değerini seçilebilmesi için birçok Monte Carlo çalışması yapmaktadırlar. Örneğin, Hagle ve Mitchell (1992) dört farklı Pseudo-R² ölçüsünü simülasyon ile test ettikleri çalışmalarında, McKelvey Zavoina ve Düzeltilmiş Aldrich Nelson ölçülerinin birbirine yakın olduğunu ve oldukça iyi performans gösterdiklerini belirtmiştir. Veall ve Zimmermann (1994, 1995) farklı Pseudo R² değerlerini kullanarak, bu ölçülerin aynı modeller için farklı sonuçlar verdiğini vurgulamışlardır. Windmeijer (1995) ise ikili tercih modellerinde özellikle probit modeli için geliştirilmiş uyum iyiliği ölçülerini incelemiştir.

Bu çalışmamızın amacı, logit ve probit modelleri için literatürde önerilen farklı uyum iyiliği ölçülerini incelemek, bu ölçülerden elde edilen değerleri karşılaştırarak farklılıklarını ve benzerliklerini ortaya koymaktır. Böylelikle bu modelleri kullanan ve raporlayan araştırmacılar için bu ölçülerin önemini vurgulanması amaçlanmıştır. Bu amaçla Çağlayan ve Astar (2010)'ın çalışmalarında kullandıkları iki ülke verisi alınarak logit ve probit modelleri tahmin edilmiş ve farklı Pseudo R² değerleri hesaplanmıştır.

Çalışmanın girişi takip eden bölümünde logit ve probit modelleri için uyum iyiliği ölçüleri ele alınmıştır. Üçüncü ve dördüncü bölümlerde sırası ile veri ve bulgular yer almaktadır. Beşinci ve son bölüm ise sonuçları ve önerileri içermektedir.

2. Logit ve Probit Modelleri için Uyum İyiliği Ölçüleri

Belirlilik katsayısı (R²) modelin uyum iyiliği hakkında bilgi veren bir istatistiktir. Bu katsayı doğrusal modeller söz konusu olduğunda, açıklayıcı değişkenler tarafından bağımlı değişkenin ne kadarının açıklandığını ifade

etmektedir. Belirlilik katsayısı değeri doğrusal modellerde iyi bir ölçüyken, doğrusal olasılık, probit ve logit modellerinde zayıf bir ölçüdür. Çünkü, bu modeller için hesaplanan R^2 istatistiği $[0,1]$ aralığının dışında yer alabilmektedir. Araştırmacılar regresyon modellerinde olduğu gibi ikili tercih modellerinde de modelin açıklama gücünü gösteren ve R^2 gibi benzer şekilde yorumlanabilecek uyum iyiliği ölçülerini yorumlamaya ihtiyaç duymuşlardır. Bu nedenle, ikili tercih modelleri için Pseudo- R^2 adıyla anılan çeşitli R^2 ölçülerinin kullanılması önerilmektedir.

Birçok uyum iyiliği ölçüsü 0-1 aralığının dışında da değer alabilmektedir. Bu değerler tamamen standartlaştırılmamıştır. Farklı Pseudo R^2 ölçülerinin önerilmesinin en büyük nedeni, R^2 ölçüsü gibi sınırları belli olan ve rahat yorumlanabilecek bir ölçünün elde edilmeye çalışılmasıdır. Örneğin, McFadden (1973) logaritmik benzerlik değerlerine dayanan bir ölçü önermiştir. Fakat bu ölçünün değerleri 0 ve 1 değerleri dışında hesaplandığından nasıl yorumlanacağı çok açık değildir. McFadden tarafından önerilen bu ölçü aynı zamanda benzerlik oranı endeksi olarak da adlandırılmaktadır. McKelvey ve Zavoina (1975) açıklanan pseudo varyans ölçüsünü tanımlamak için tahmin edilen logitlerin varyansını kullanmıştır. Maddala (1983)'nin geliştirdiği Pseudo R^2 ölçüsü ise, en çok benzerlik yöntemi ile tahmin edilen herhangi bir modele uygulanabilen bir ölçüdür. Cox ve Snell (1989)'in önerdiği ölçü de benzerlik değerleri oranının $2/n$ üssü alınarak hesaplanmaktadır. Bu ölçü benzerlik değerine dayanmaktadır ve minimum değeri 0, maksimum değeri ise 1'den küçüktür. Nagelkerke (1991) ise Cox ve Snell ölçüsüne bir düzeltme önermektedir. Bu ölçüde maksimum değer 1 olması ve aralığın 0-1 arasında bulunması sağlanmıştır. Maggee (1990) EKK ilişkisine dayanan bir ölçü öngörmektedir. Aldrich ve Nelson (1984) veri üzerinden iki geçişe dayanan logaritmik benzerlik değerlerini kullanmaktadır. İlk geçiş olarak kısıtlı model için benzerlik değerini kullanırken (sadece sabiti içerir, L_0 olarak gösterilir), ikinci geçişte ise bütün model için benzerlik değerini oluşturur ve L_1 olarak gösterilir. Hagle ve Mitchel (1992), Aldrich Nelson ölçüsünün limitlerini sınırlamak adına bir düzeltme önermişlerdir. Bu düzeltme ile birlikte oluşan yeni ölçü Düzeltmiş Aldrich Nelson R^2 olarak adlandırılmıştır. Cragg ve Uhler (1970) Cox Snell R^2 için maksimum değerlerini sınırlamak amacıyla göreceli bir endeks ile yeni bir ölçü önermiştir. Mc Fadden R^2 ölçüsünün diğer bir versiyonu olan Estrella (1998) R^2 , standart R^2 'ye oldukça benzer ve yorumlanabilir bir ölçü olarak sunulmuştur.

Bu ölçü, bağımlı değişkeni nitel değişken olan modeller için standart R^2 ölçüsüne en yakın olma avantajına sahip bir ölçü olarak önerilmiştir. Bu ölçüler arasında Long (1997, 2000), McKelvey-Zavoina R^2 ölçüsünün ikili logit ve probit modelleri için en iyi ölçü olduğunu önermektedir. Fakat hangi ölçünün iyi veya kötü olduğuna dair kesin bir yargı bulunmamaktadır.

Tablo.1 Pseudo R^2 Ölçüleri

Ölçüler	Formüller
Estrella R^2 *	$R_{EST}^2 = 1 - \left[\frac{L_1}{L_0} \right]^{\frac{-2L_0}{N}}$
Maddala R^2	$R_{MAD}^2 = 1 - \left[\frac{L_0}{L_1} \right]^{\frac{2}{n}}$
Cox-Snell R^2 (Maksimum Likelihood R^2)	$R_{CS}^2 = 1 - \exp(-LRT/N)$
Nagelkerke R^{2**}	$R_N^2 = \frac{R_{CS}^2}{1 - L_0^{2/N}}$
Cragg-Uhler R^2	$R_{CU}^2 = \frac{1 - \left[\frac{L_0}{L_1} \right]^{\frac{2}{n}}}{1 - L_0 \left(\frac{2}{n} \right)}$
Aldrich-Nelson R^{2***}	$R_{AN}^2 = \frac{LRT}{LRT + n}$
Vell-Zimmerman R^2	$R_{VZ}^2 = \frac{2[L_1 - L_0]}{2[L_1 - L_0] + n} \quad R_{VZ}^2 = \frac{\frac{n}{2L_0} - 1}{\frac{n}{2L_0} - R_{MF}^2} \cdot R_{MF}^2$
Mc Fadden R^2	$R_{MF}^2 = 1 - \frac{L_1}{L_0}$
Efron's R^{2****}	$R_E^2 = 1 - \frac{\sum_i (Y_i - H_i)^2}{\sum_i (Y_i - \bar{Y})^2}$
Mc Kelvey-Zavoina R^{2*****}	$R_{MKZ}^2 = \frac{var(\hat{Y}^*)}{var(\hat{Y}^*) + var(\varepsilon)}$

* L_0 , sadece sabit parametreye ve L_1 tüm modele ait benzerlik oranı

**Bu ölçü düzeltilmiş Cox-Snell R^2 değeridir.

*** $LRT = -2(L_1 - L_0) = LR(m)$, **** H_i , $Y=1$ için tahmin edilmiş olasılık

***** σ^2 logit modeli için 3.29, probit modeli için 1.

Önerilen bu farklı Pseudo R² ölçülerinden çalışmada kullanılanlarının formülleri Tablo 1’de yer almaktadır. Tabloda yer alan bu ölçülerden çoğu, görüleceği gibi varyansı ölçmeye değil, benzerlik oranındaki değişimleri ölçmeye yönelik olarak hesaplanmaktadır. Bu nedenle, formüller sonucu elde edilen değerlerin standart doğrusal regresyon modelinden elde edilen R² değeri gibi yorumlanması uygun olmayacaktır.

3. Veri

Çalışmamızda, Çağlayan ve Astar (2010)’ın yaptıkları çalışmalarında inceledikleri veri ve logit modeli tahminleri kullanılmıştır. Yazarlar çalışmalarında, John Taylor (1993) tarafından önerilen Taylor Kuralı’nın enflasyon hedeflemesi yapan ülkeler için uygulanabilir bir rehber olup olmadığını üçer aylık veriler ile Multinomial logit modelini kullanarak incelemişlerdir. Söz konusu olan çalışmada yer alan veriler kullanılarak, çalışmamızda ikili probit modeli de tahmin edilmiş ve hem logit hem de probit modelleri için farklı uyum iyiliği ölçüleri hesaplanmıştır. Bu modeller için bağımlı değişken;

$$\Delta i_t < 0 \text{ ise } Y_t = 0$$

$$\Delta i_t > 0 \text{ ise } Y_t = 1$$

olarak tanımlanmıştır. Burada yer alan i_t faiz oranlarını, Δi_t faiz oranlarındaki değişimi ve Y_t ise bağımlı değişkeni simgelemektedir. Faiz oranlarındaki değişim $\Delta i_t = i_t - i_{t-1}$ olarak oluşturulmuştur. Faiz oranındaki değişim azalış yönünde ise 0, artış yönünde ise 1 olarak belirlenmiştir. Modelde yer alan açıklayıcı değişkenler ise enflasyondan sapma, üretim açığı bir dönem önceki faiz oranı ve cari enflasyon oranıdır. Gerçekleşen enflasyon ile hedeflenen enflasyon arasındaki fark enflasyon sapmasını vermektedir. Çalışmada enflasyon sapmasının hesaplanması için TÜFE üzerinden cari enflasyon ve ortalama enflasyon değerleri ile hedeflenen enflasyon oluşturularak farkları alınmıştır. Üretim açığı için ise GSMH değerlerinden Hodrick-Presscot (1997) yöntemi ile potansiyel üretim değerleri elde edilmiş ve cari değerlerden farkı alınarak hesaplanmıştır[□].

□ Daha detaylı bilgi için Çağlayan ve Astar (2010) çalışmasına bakılabilir.

4. Bulgular

Bu çalışmada, Meksika ve İspanya'ya ait modeller için farklı uyum iyiliği ölçüleri hesaplanmıştır. Bu ülkelerin seçilmesinin nedeni, Taylor kuralının hem logit hemde probit modeli tahminlerinde geçerli ve anlamlı sonuçlar verdiği ülkeler olmasıdır. Meksika ve İspanya için tahmin edilen doğrusal olasılık, logit ve probit modeli tahmin sonuçları Tablo.2a ve b'de yer almaktadır.

Tablo.2a) İspanya için Model Tahmin Sonuçları

DEĞİŞKENLER	İSPANYA		
	DOĞRUSAL OLASILIK MODELİ	LOGİT MODELİ	PROBİT MODELİ
FAİZ _{t-1}	0.1004*** (0.0514)	0.5713** (0.2881)	0.3627** (0.1717)
ENFLASYON	-0.0921*** (0.0497)	-0.5273** (0.2683)	-0.3320** (0.1606)
ENFLASYON AÇIĞI	0.0056 (0.0050)	0.7428** (0.3556)	0.4525** (0.2086)
ÜRETİM AÇIĞI	0.0558** (0.0247)	0.3156** (0.1389)	0.1986** (0.0830)
SABİT	-0.9460 (0.7968)	- 7.5037*** (4.1664)	- 4.7286*** (2.5109)
R ²	0.234	---	---
L ₀	-40.609	-38.781	-38.781
L ₁	-33.118	-29.031	-28.829
LRT	14.981	19.499	19.903
Olasılık >ki ²	-	0.0006	0.0005
N	56	56	56
AIC	1.361	1.215	1.208
BIC ³	-139.057	-147.230	-147.635

³ AIC ve BIC hem logit hem de probit modellerin karşılaştırılmasına olanak sağlayan bilgi kriterleridir.

Tablo.2b) Meksika için Model Tahmin Sonuçları

DEĞİŞKENLER	MEKSİKA		
	DOĞRUSAL OLASILIK MODELİ	LOGİT MODELİ	PROBİT MODELİ
FAİZ _{t-1}	-0.1956** (0.0813)	-2.6797** (1.2043)	-1.5757** (0.6490)
ENFLASYON	0.1411 (0.0905)	3.9478** (1.9053)	2.3498** (1.0564)
ENFLASYON AÇIĞI	0.0585 (0.0916)	1.6560*** (0.9899)	0.9479*** (0.5366)
ÜRETİM AÇIĞI	-0.0014 (0.0011)	-0.0434** (0.0218)	-0.0259** (0.0122)
SABİT	-0.2988 (1.6776)	-17.4873 (15.4743)	-10.0859 (8.7001)
R ²	0.385	---	---
L ₀	-15.575	-14.860	-14.860
L ₁	-9.972	-6.588	-6.535
LRT	11.207	16.544	16.650
Olasılık >ki ²	-	0.0024	0.0023
N	23	23	23
AIC	1.302	1.008	1.003
BIC	-36.496	-43.263	-43.368

Her iki ülke için de tahmin edilen doğrusal olasılık, logit ve probit modellerinin katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Aynı zamanda katsayı işaretleri de Taylor kuralı için geçerli olan iktisadi anlamlılıkları da sağlamaktadır. Doğrusal olasılık modelleri için hesaplanan R² değerlerine bakıldığında, İspanya için 0.234, Meksika için ise bu değer 0.385 olarak hesaplanmıştır. Beklenildiği gibi iki değer alan bağımlı değişkenli modellerde standart R² değeri oldukça düşük çıkmıştır. Bu

durumda önerildiği gibi belirlilik katsayısını uyum iyiliği ölçüsü olarak kullanılmasından kaçınmak uygun olacaktır⁴. Tahmin edilen logit ve probit modelleri için Tablo 1’de verilen formüller kullanılarak hesaplanan farklı Pseudo R² ölçüleri ve sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Pseudo R² Değerleri

Model <i>R</i> ²	İSPANYA		MEKSİKA	
	LOGİT MODELİ	PROBİT MODELİ	LOGİT MODELİ	PROBİT MODELİ
<i>R</i> _{MF} ²	0.251	0.257	0.557	0.560
<i>R</i> _{MAD} ²	0.968	0.967	0.778	0.775
<i>R</i> _{VZ} ²	0.475	0.451	0.741	0.743
<i>R</i> _{MK} ²	0.963	0.970	0.919	0.929
<i>R</i> _{EF} ²	0.284	0.285	0.607	0.602
<i>R</i> _{AN} ²	0.276	0.262	0.418	0.419
<i>R</i> _{CU} ²	0.392	0.399	0.707	0.710
<i>R</i> _{EST} ²	0.330	0.336	0.650	0.654
<i>R</i> _{CS} ²	0.294	0.299	0.513	0.513
<i>R</i> _N ²	0.137	0.139	0.226	0.227

Aynı veriler kullanılarak ve aynı modeller için hesapladığımız farklı Pseudo R² ölçüleri görüldüğü gibi farklı sonuçlar vermiştir. Bu ölçülerin bazılarında çok büyük değer farklılıkları olduğu görülmüştür. Özellikle varyanslara dayanarak hesaplanan McKelvey Zavoina Pseudo R² değeri beklenildiği gibi en yüksek değer olarak hesaplanmıştır. Elde ettiğimiz bu sonuçlar özellikle model raporlamasında hangi Pseudo R² ölçüsünün kullanıldığının belirtilmesinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Yukarıdaki tahmin sonuçları hem Stata hem de Eviews paket programları ile yapılarak, raporlanan uyum iyiliği ölçüleri de dikkate

⁴ Aldrich ve Nelson (1984) iki değer alan bağımlı değişkenli modellerde belirlilik katsayısının modeli açıklayan ve özetleyen bir istatistik olarak kullanılmasından kaçınılmasını önermektedirler.

alınmıştır. Örneğin İspanya için tahmin edilen ikili logit modelinde stata sonuçları uyum iyiliği ölçüsünü Pseudo $R^2 = 0.251$ olarak , eviews sonuçları ise McFadden $R^2 = 0.251$ olarak vermektedir. Farklı paket programları aynı uyum iyiliği ölçüsü değerini farklı isimlerle raporlayabilirler. Bu nedenle çalışmamızda elde edilen bulgular, hem paket programlarında hem de yazılan makalelerde uyum iyiliği ölçüleri raporlanırken kullanılan Pseudo R^2 formüllerinin veya hangi Pseudo R^2 formülünün kullanıldığına belirtilmesinin model karşılaştırması yapılırken doğru karar vermek için ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda İspanya verileri ile tahmin edilen logit ve probit modelleri için tüm Pseudo R^2 değerleri McKelvey Zavoina ve Maddala ölçüleri hariç oldukça düşük değerler olarak hesaplanmıştır. Meksika için hesaplanan değerlere bakıldığında ise, Nagelkerke ve Aldrich Nelson ölçüleri hariç tüm ölçülerin değerlerinin 0.50'den yüksek olduğu görülmektedir. Tüm modeller ve iki ülke gözönüne alındığında Meksika için tahmin edilen modellerin R^2 değerlerinin daha yüksek olması nedeni ile iyi fit ettiğini söylemek uygun olmayacaktır. Unutmamak gerekir ki, bu değerler doğrusal regresyon modelinden elde edilen R^2 değerleri gibi aynı bilgiyi vermemekte ve aynı şekilde yorumlanamaktadır.

Paket programlarının doğrudan verdiği Pseudo R^2 değerleri, yapılan bir çok araştırmada görülebileceği gibi standart regresyon modellerindeki R^2 değeri gibi, modelin iyi açıklanıp açıklanmadığını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Daha öncede belirttiğimiz gibi, bu ölçülerin çoğu varyansa dayanmayıp, benzerlik değerlerindeki değişikliğe dayanarak hesaplandıklarından, bunların modelin iyi açıklanıp açıklanmadığını gösteren bir ölçü olarak ele alınması durumunda yanlış yorumlamalara neden olacaktır.

5. Sonuç

Doğrusal regresyon modellerinde modelin ne kadar açıklayıcı olduğunu belirleyen uyum iyiliği ölçüsü olarak R^2 değerinin kullanılması yaygın bir yaklaşımdır. İkili tercih modellerinde ise katsayıların beklenen işaretleri vermesi ve açıklayıcı değişkenlerin istatistiksel olarak önemli olması uyum iyiliği ölçüsünden daha önemlidir. Bu modeller için R^2 hesaplandığında bu değer çok düşük çıkabilir. Bu durum ise modelin zayıf

olduğunun bir göstergesi olmayacaktır. Çünkü bu modellerde R^2 'nin bilindik yollardan yorumlanması doğru olmayan yorumlamalara neden olacaktır. Bunun nedeni ise, nitel tercih modellerinde hesaplanan Pseudo R^2 değerlerinin çoğunun açıklanan varyanslara değil, benzerlik oranlarına dayanmasıdır. Pseudo R^2 değerleri standart regresyon modellerindeki R^2 gibi yorumlandığında, hesaplanan değerlerin düşük değer olması, modellerin gerçekte öyle olmasa bile iyi olmadığına dair yanlış izlenimler de verebilir.

Literatüre bakıldığında logit ve probit modelleri için çok sayıda uyum iyiliği ölçüsü önerildiği görülmektedir. Ne var ki, bu formüller kullanıldığında benzer modeller ve benzer veriler için farklı değerler hesaplandığı, hatta bu değerlerin birbirlerinden çok farklı olduğu görülmektedir. Bu durum hangi Pseudo R^2 değerinin daha iyi ya da daha kötü olduğu sorusunu gündeme getirmektedir. Yapılan çalışmalar henüz bu ölçülerden birinin daha iyi olduğunu kesin olarak söyleyememektedir. Kimi araştırmacılar bir Pseudo R^2 değerine önem verirken, kimileri başka bir Pseudo R^2 değerini önemli bulmaktadırlar. Bu nedenle, her ne kadar Pseudo R^2 değeri standart R^2 değeri gibi benzer şekilde yorumlanmasa da, diğer çalışmalarda tahmin edilen benzer modellerin karşılaştırılmasında hangi Pseudo R^2 değerinin dikkate alındığını bilmek önemlidir. Aksi takdirde benzer modeller için karşılaştırma yapılırken farklı Pseudo R^2 formülleri ile hesaplanan R^2 değerleri ile karşılaştırılma yapılacak, bu da yanlış yorumlamalara neden olacaktır. Bu nedenle, çalışmalarda uyum iyiliği ölçüsü raporlanırken hangi formülün kullanıldığı veya hangi Pseudo R^2 değerlerinin kullanıldığı doğru karşılaştırma yapılabilmesi için gereklidir.

Çalışmalar incelendiğinde farklı ölçülerin isimleri için karar birliği sağlanamadığı görülmektedir. Örneğin aynı uyum iyiliği ölçüsü değeri için Stata Pseudo R^2 ve Eviews paket programları McFadden R^2 ifadelerini kullanmaktadır. Bu sonuç da göstermektedir ki, araştırmacıların farklı paket programları kullandıklarında, bu programın hangi Pseudo R^2 formülünü kullandıklarından emin olmaları gerekir.

Çalışmamızdan elde edilen bulgular, model karşılaştırılmalarının doğru yapılması ve modelin anlamlılığı hakkında yanlış yorumlamalara neden olmaması açısından Pseudo R^2 ölçülerinin dikkatli kullanılmasına ve raporlanmasına önem verilmesinin ne kadar gerekli olduğunu vurgulamaktadır.

KAYNAKÇA

Aldrich, J., Nelson, F., *Linear Probability, Logit and Probit Models*, Sage Publication, Beverly Hills 1984.

Cox, D.R., Snell, E.J., *Analysis of Binary Data*, İkinci Baskı, Chapman and Hall, London 1989.

Cragg, J.G., Uhler, R., "The Demand for Automobiles", *Canadian Journal of Economics*, 3, 1970, s.386-406.

Çağlayan, E., Astar, M., "Enflasyon Hedeflemesi Yapan Ülkeler ve Taylor Kuralı", *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, Cilt.1, No.2, 2010, s.25-34.

Efron, B., "Regression and ANOVA with Zero-One Data: Measures of Residual Variation", *Journal of the American Statistical Association*, 73, 1978, s.113-121.

Estrella, A., "A New Measure of Fit For Equations With Dichotomous Dependent Variables", *Journal Of Business & Economic Statistics*, 16(2), 1998, s.198-205.

Hagle, T.M., Mitchell II, G.E., "Goodness-of-fit Measures for Probit and Logit", *American Journal of Political Science*, 36, 1992, s.762-784.

Hodrick, R., Prescott, E., "Post-war U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation", *Journal of Money, Credit and Banking*, 29, 1997, s.1-16.

Long, J.S., "Scalar Measures of Fit for Regression Models", 2000, <http://www.indiana.edu/~jsl650/>

Long, J.S., *Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables*, Sage Publications, USA 1997.

Maddala, G.S., *Limited Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*, Cambridge University Press, Cambridge 1983.

Magee, L.G., "R² Measures Based on W and LR Joint Significance Test Statistics", *The American Statistician*, 44, 1990, s.250-253.

McFadden, D., "Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior", in Zarembka, P.(ed.), *Frontiers in Econometrics*, 105-142, Academic Press, New York 1973.

McKelvey, R., Zavoina, W. "A Statistical Model for the Analysis of Ordinal Level Dependent Variables", *Journal of Mathematical Sociology*, 4, 1975, s.103-120.

Nagelkerke, N.J.D., "A Note on a General Definition of the

Coefficient of Determination”, *Biometrika*, 78, 1991, s.691-692.

Taylor, B. John, “Discretion Versus Policy Rules in Practice”, in *Proceedings of the Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 39, 1993, s.195-214.

Veal, M.R., Zimmermann, K.F., “Comments on ‘Goodness-of-fit Measures in Binary Choice Models’”, *Econometric Reviews*, 14, 1995, s.117-120.

Veal, M.R., Zimmermann, K.F., “Evaluating Pseudo-R²'s for Binary Probit Models”, *Quantity and Quality*, 28, 1994, s.151-164.

Windmeijer, F.A.G., “Goodness-of fit Measures in Binary Choice Models”, *Econometric Reviews*, 14, 1995, s.101-116.