

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı



KESİKLİ TERCİH MODELLERİ

Discrete Choice Models

Dr. Kadir Berkhan AKALIN

7

MODEL PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

1. Katsayıların işaretlerinin incelenmesi
2. Katsayıların anlamlılığı testi
3. Olabilirlik oranı testi
4. Uyum iyiliği testi

1. Katsayıların işaretlerinin incelenmesi

Bu değerlendirme temel olarak katsayıların büyüklüğü ve işaretlerinin (pozitif veya negatif) durumu incelenir. Özellikle işaret açısından yapılacak değerlendirme; fayda veya pişmanlık fonksiyonlarında, pozitif veya negatif değer alması beklenen katsayıların bu işaretlerin tam tersini alması durumunda model gerçeği yansıtmayacağı için oldukça önemlidir.

1. Katsayıların işaretlerinin incelenmesi

Mevcut uygulamada, herhangi bir anlamlılık testinde başarısız olsa bile anlamlı bir işaretle tahmin edilmiş bir politika değişkeninin modele dahil edilmesi önerilir. Bunun nedeni, ilgili değişkene ait katsayının gerçek değeri için mevcut en iyi kestirim olması ve anlamlılık sorununun veri eksikliğinden kaynaklanabilmesidir.

1. Katsayıların işaretlerinin incelenmesi

Variable	Entire sample	
	Coefficient	t-statistic
Private vehicle		
Age	0.004	0.152
Daily household income (TL/day)	0.011	2.438 ^a
Trip time (min)	-0.020	-1.273
Trip cost (TL)	-0.229	-3.450 ^a
Not private vehicle owner	-3.440	-4.012 ^a
Reside in European side	-0.213	-0.334
Constant	1.762	1.308
Public transport		
Age	0.005	0.197
Daily household income (TL/day)	0.001	0.176
Trip time (min)	-0.025	-2.164 ^a
Trip cost (TL)	-0.045	-0.208
Not private vehicle owner	1.780	2.719 ^a
Reside in European side	-0.444	-0.708
Constant	-0.098	-0.060
Number of observations	161	
LL(β)	-105.991	
LL(M)	-167.538	
-2LL	123.094	
ρ^2	0.367	

$$\frac{\beta_{time}}{\beta_{cost}} = Zaman Değeri (\ddot{O}O)$$

$$= \frac{-0.020}{-0.229} = 0.087 TL/dk$$

$$\mathbf{ZD (\ddot{O}O) = 5.24 TL/sa}$$

$$\frac{\beta_{time}}{\beta_{cost}} = Zaman Değeri (TT)$$

$$= \frac{-0.025}{-0.045} = 0.556 TL/dk$$

$$\mathbf{ZD (TT) = 33.36 TL/sa}$$

2. Katsayıların anlamlılığı testi

KTM'ler için t-istatistiği genellikle bir modeldeki her bir katsayı için anlamlılığı test etmek için kullanılır. Yeterince büyük t değerleri sıfır hipotezinin reddedilmesi ve dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlı olduğunun, diğer bir ifadeyle özniteliğin önemli bir etkiye sahip olduğunun kabul edilmesi anlamına gelir. Öncelikli olarak katsayıların işaretlerinin doğruluğuna göre değerlendirme yapıldıktan sonra anlamlı bulunmamışsa önerilen değer olarak %80 güven aralığı altındaki değişkenleri modelden çıkarmak uygundur.

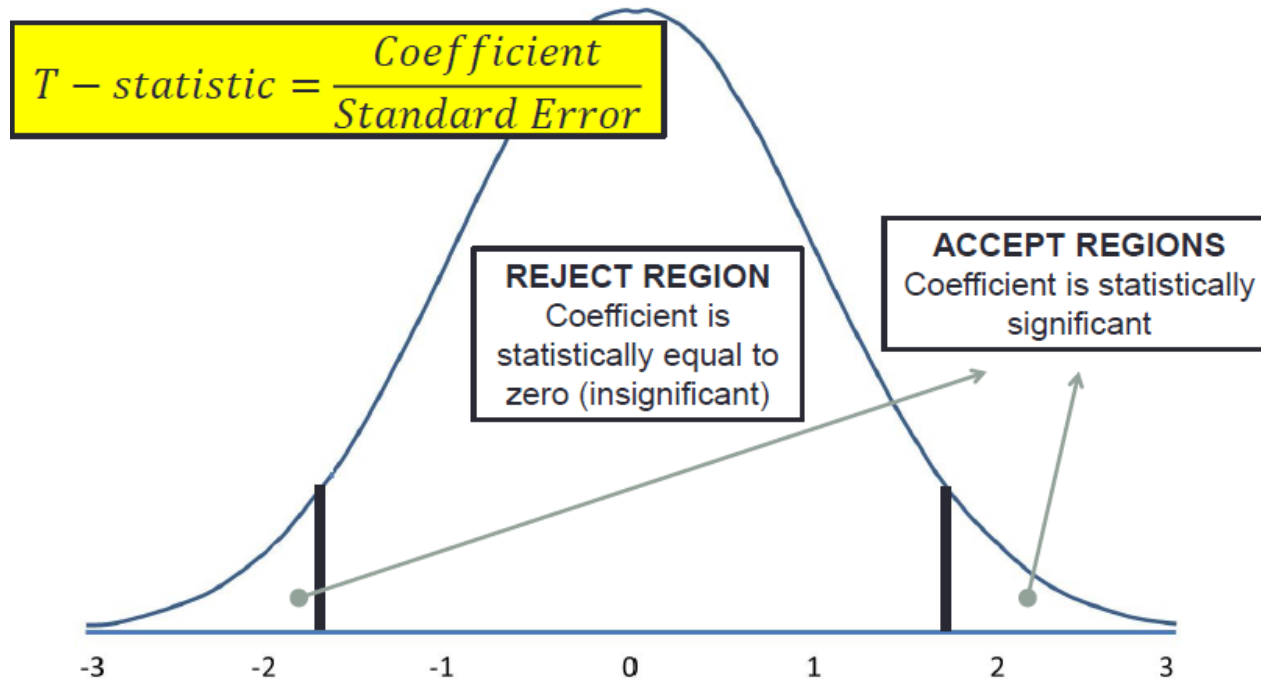
2. Katsayıların anlamlılığı testi

Farklı güven aralıkları için kritik değerler sağdaki gibidir. Herhangi bir katsayısının anlamlı olarak değerlendirilebilmesi için belirlenen anlamlılık düzeyinde t değerinin kritik değerden daha büyük olması gereklidir.

Güven aralığı	Anlamlılık düzeyi	Kritik değer
%80	0,20	$\pm 1,280$
%85	0,15	$\pm 1,440$
%90	0,10	$\pm 1,645$
%95	0,05	$\pm 1,960$
%99	0,01	$\pm 2,575$

2. Katsayıların anlamlılığı testi

Variable	Coefficient	Standard Error	b/St.Er.	P[z >z]
ASCCART	.10014136	.07332614	1.366	.1720
ASCCARNT	.19241663	.07231745	2.661	.0078
ASCBUS	.02563012	.09810350	.261	.7939
ASCTRAIN	-.04432724	.09285080	-.477	.6331
ASCBUSW	.09941552	.08479863	1.172	.2410



3. Olabilirlik oranı testi

Olabilirlik oranı (likelihood ratio) veya benzerlik oranı testi, üretilen kesikli modelin genel olarak test edilmesi amacıyla kullanılır. Bu test temelde, incelenen modelin seçilen bir referans model ile karşılaştırılmasına dayanır. Bu amaçla, tahmin edilen model ile referans modelin log-olabilirlik değerleri arasındaki fark alınarak ilgili serbestlik derecesine göre ki-kare (χ^2) kritik değeri ile test edilir.

3. Olabilirlik oranı testi

Tahmin edilen model referans olarak seçilen temel model veya iyileştirilmek istenen model ile kıyaslanır.

Temel model genellikle boş veya yalnızca sabit terim içeren model olarak ele alınabilir.

$$-2LL = -2 \times (LL_{Referans} - LL_{Tahmin})$$

3. Olabilirlik oranı testi

Hesaplanan $-2LL$ değeri, belirlenen bir anlamlılık düzeyindeki kritik χ^2 değeri ile karşılaştırıldığında, kritik değerden büyük bulunursa sıfır hipotezi reddedilerek tahmin edilen modelin anlamlı ve daha iyi bir model olduğu kabul edilir. Burada karşılaştırılan kritik χ^2 değeri, değişken sayısından referans modelde kullanılan değişken ve sabit terimlerin sayısı kadar eksik serbestlik derecesine sahip değerdir.

3. Olabilirlik oranı testi

Örneğin: Yalnızca sabit terim içeren iki fayda fonksiyonu bulunan bir referans model ile sabit terimler dahil toplam 10 değişken bulunan tahmin modeli kıyaslanırken serbestlik derecesi 8 olarak dikkate alınır.

$$sd = 10 - 2 = 8$$

3. Olabilirlik oranı testi

Variable	Entire sample	
	Coefficient	t-statistic
Private vehicle		
Age	0.004	0.152
Daily household income (TL/day)	0.011	2.438 ^a
Trip time (min)	-0.020	-1.273
Trip cost (TL)	-0.229	-3.450 ^a
Not private vehicle owner	-3.440	-4.012 ^a
Reside in European side	-0.213	-0.334
Constant	1.762	1.308
Public transport		
Age	0.005	0.197
Daily household income (TL/day)	0.001	0.176
Trip time (min)	-0.025	-2.164 ^a
Trip cost (TL)	-0.045	-0.208
Not private vehicle owner	1.780	2.719 ^a
Reside in European side	-0.444	-0.708
Constant	-0.098	-0.060
Number of observations	161	
LL(β)	-105.991	
LL(M)	-167.538	
-2LL	123.094	
ρ^2	0.367	

$$-2LL = -2 \times (-167.538 - (105.991))$$

$$= 123.094$$

$$sd = 14 - 2 = 12$$

3. Olabilirlik oranı testi

Critical values of chi-square (right tail)

Degrees of freedom (df)	Significance level (α)							
	.99	.975	.95	.9	.1	.05	.025	.01
1	-----	0.001	0.004	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635
2	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210
3	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345
4	0.297	0.484	0.711	1.064	7.779	9.488	11.143	13.277
5	0.554	0.831	1.145	1.610	9.236	11.070	12.833	15.086
6	0.872	1.237	1.635	2.204	10.645	12.592	14.449	16.812
7	1.239	1.690	2.167	2.833	12.017	14.067	16.013	18.475
8	1.646	2.180	2.733	3.490	13.362	15.507	17.535	20.090
9	2.088	2.700	3.325	4.168	14.684	16.919	19.023	21.666
10	2.558	3.247	3.940	4.865	15.987	18.307	20.483	23.209
11	3.053	3.816	4.575	5.578	17.275	19.675	21.920	24.725
12	3.571	4.404	5.226	6.304	18.549	21.026	23.337	26.217
13	4.107	5.009	5.892	7.042	19.812	22.362	24.736	27.688
14	4.660	5.629	6.571	7.790	21.064	23.685	26.119	29.141
15	5.229	6.262	7.261	8.547	22.307	24.996	27.488	30.578
16	5.812	6.908	7.962	9.312	23.542	26.296	28.845	32.000
17	6.408	7.564	8.672	10.085	24.769	27.587	30.191	33.409
18	7.015	8.231	9.390	10.865	25.989	28.869	31.526	34.805
19	7.633	8.907	10.117	11.651	27.204	30.144	32.852	36.191
20	8.260	9.591	10.851	12.443	28.412	31.410	34.170	37.566

$$-2LL = 123.094$$

$$sd = 14 - 2 = 12$$



$$\chi^2(kritik) = 21.026$$



$$-2LL > \chi^2(kritik)$$

olması sebebiyle modelin referans modele göre daha iyi (geliştirilmiş) olduğu söylenir.

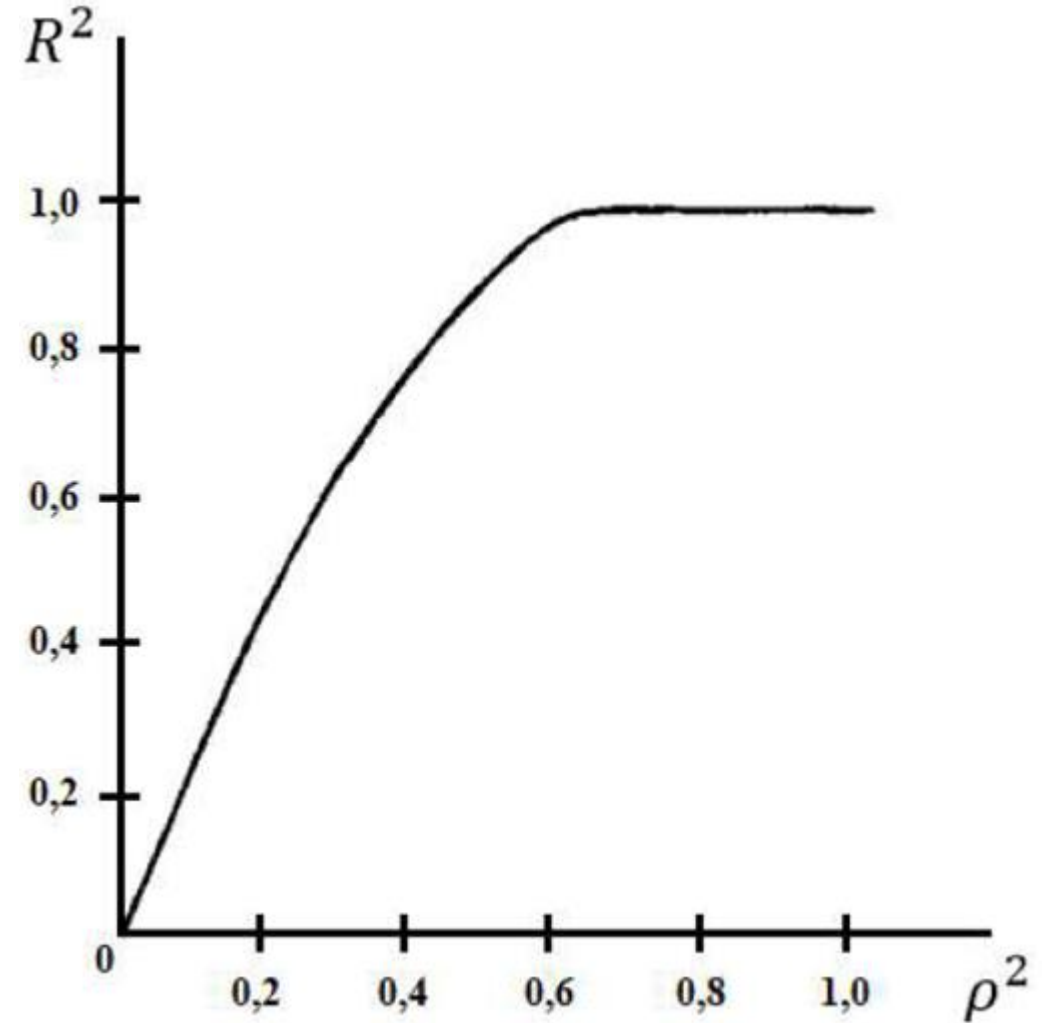
4. Uyum iyiliği testi

KTM model için bağımlı değişkenlerin bağımsız değişkenler tarafından açıklanabilme performansının değerlendirilebilmesi için McFadden (1974) tarafından ρ^2 (Sanal R^2) değeri önerilmiştir. ρ^2 logaritmik benzerlik değerlerine dayanması nedeniyle Doğrusal Regresyon modeli için yaygın olarak kullanılan belirlenim (R^2) katsayısı ile kıyaslandığında daha küçük değerler için de model performansının iyi olduğu söylenebilir.

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL_{Tahmin}}{LL_{Referans}}$$

4. Uyum iyiliği testi

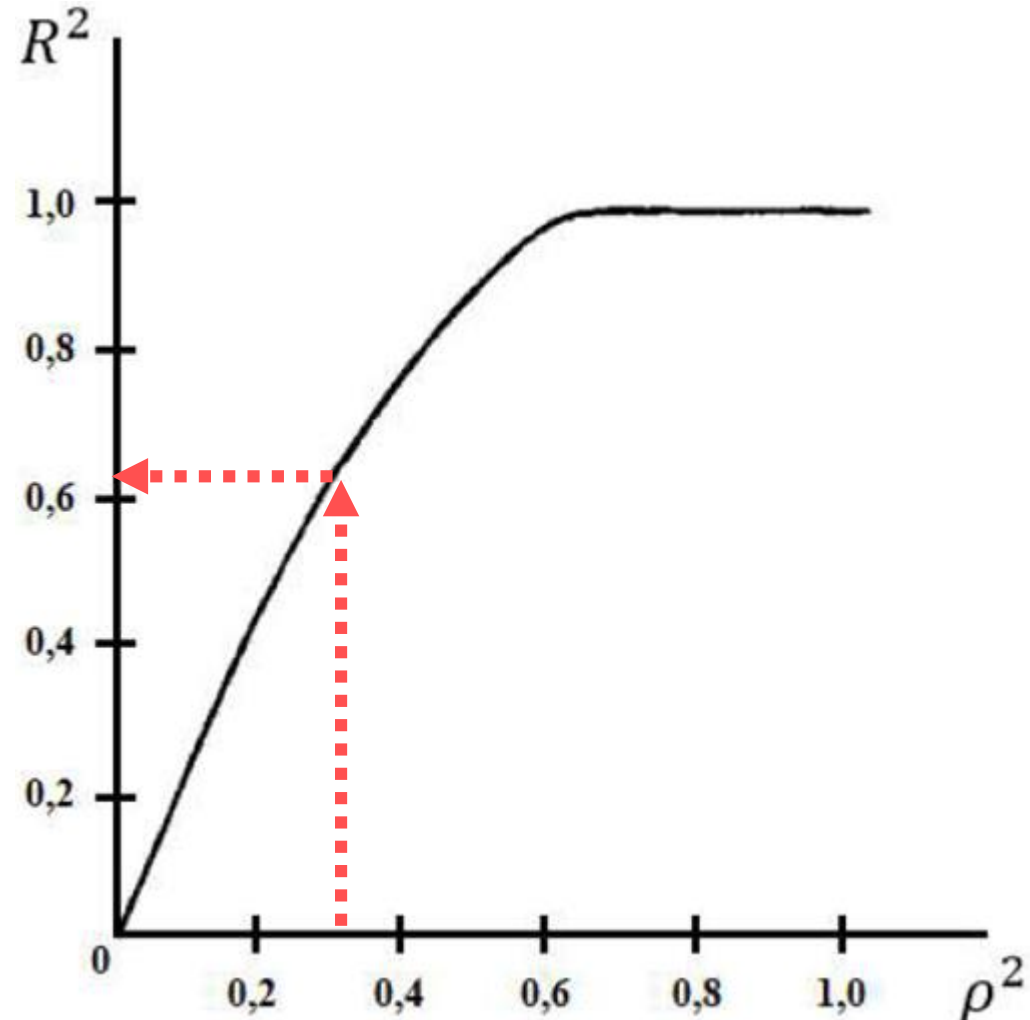
Domencich ve McFadden (1975) tarafından tarif edilen, R^2 ile ρ^2 arasındaki ilişkiyi gösteren grafikten de anlaşılacağı üzere; 0,2 ile 0,4 arasındaki değerler için modelin uyum iyiliğinin yeterli, 0,4 üzerindeki değerler içinse son derece iyi olduğu kabul edilir.



4. Uyum iyiliği testi

Variable	Entire sample	
	Coefficient	t-statistic
Private vehicle		
Age	0.004	0.152
Daily household income (TL/day)	0.011	2.438 ^a
Trip time (min)	-0.020	-1.273
Trip cost (TL)	-0.229	-3.450 ^a
Not private vehicle owner	-3.440	-4.012 ^a
Reside in European side	-0.213	-0.334
Constant	1.762	1.308
Public transport		
Age	0.005	0.197
Daily household income (TL/day)	0.001	0.176
Trip time (min)	-0.025	-2.164 ^a
Trip cost (TL)	-0.045	-0.208
Not private vehicle owner	1.780	2.719 ^a
Reside in European side	-0.444	-0.708
Constant	-0.098	-0.060
Number of observations	161	
LL(β)	-105.991	
LL(M)	-167.538	
-2LL	123.094	
ρ^2	0.367	

$$\rho^2 = 1 - \frac{-105.991}{-167.538} = 0.367$$



Diğer Testler

- AIC: Akaike information criterion
- BIC: Bayesian information criterion
- Tests of the IIA* Hausman and Mc Fadden (1984)
- Tests of the IIA* Mc Fadden, Tye and Train (1977)
- Test of taste variations (tat parametre sapmaları)
- Test of heteroscedasticity (değişen varyans)

**IIA: Independence of Irrelevant Alternatives (İlgisiz seçeneklerin bağımsızlığı)*

KESİKLİ TERCİH MODELLERİ

Discrete Choice Models



TEŞEKKÜRLER
HAFTAYA GÖRÜŞMEK ÜZERE 😊

Dr. Kadir Berkhan AKALIN

KAYNAK GÖSTERME

Bu sunuma aşağıdaki gibi atıf yapabilirsiniz:

Akalın, K.B. (2023). Kesikli Tercih Modelleri Ders Notu. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

You can cite this presentation as follows:

Akalın, K.B. (2023). Discrete Choice Models Lecture Notes. Eskişehir Osmangazi University Graduate School of Natural and Applied Sciences.

KAYNAKLAR

- Akalın, K.B. (2021). *Yolculuk Üretim ve Çekim Modellerinin Rastgele Pişmanlık Minimizasyonu ve Rastgele Fayda Maksimizasyonu Yöntemleri ile Geliştirilmesi*. Doktora Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Ben-Akiva, M., Bierlaire, M. (1999). *Discrete choice methods and their applications to short term travel decisions*. Handbook of transportation science.
- Ben-Akiva, M., Lerman, S. (1985). *Discrete Choice Analysis*, The MIT Press.
- De Dios Ortúzar, J., Willumsen, L.G. (2011). *Modelling Transport*. John Wiley & Sons.
- Domencich, T. A., and McFadden, D. (1975) *Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Hensher, D.A., Rose, J.M., and Greene, W.H. (2005). *Applied Choice Analysis: A Primer*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- McFadden, D., 1974 b, *The measurement of urban travel demand*, *Journal of Public Economics*, 3(4), 303-328.
- McFadden, D., 1974 a, *Conditional logit analysis of qualitative choice behavior*, Zarembka P. (Ed.) *Frontiers in econometrics*, Academic Press
- Tezcan, H.O. (2021). *Discrete Choice Modelling in Transportation Lecture Notes*. İstanbul Technical University.
- Tezcan, H.O. (2021). *Transportation Models Lecture Notes*. İstanbul Technical University.
- Train, K. (2002). *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge University Press.