

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı



KESİKLİ TERCİH MODELLERİ

Discrete Choice Models

Dr. Kadir Berkhan AKALIN

PİŞMANLIK TABANLI TERCİH MODELLERİ

Tercih modellerinde genellikle RFM yaklaşımı kullanılmaktadır. Ancak insanların davranışsal özellikleri ulaştırma alanında da yalnızca faydayı en büyükmek üzerine değil, ekonomideki fırsat maliyetine benzer olarak tercih etmediği veya vazgeçtiği seçenekten duyduğu pişmanlık üzerine de kurulabilmektedir. Bu kapsamda, ulaştırma planlaması için oluşturulacak tercih modellerinde bu tarz yaklaşımlar da dikkate alınarak daha güçlü modeller elde edilebilir.

PIŞMANLIK TABANLI TERCİH MODELLERİ

Pişmanlık teorisi, 1980'li yıllarda Fishburn (Fishburn, 1982), Bell (Bell, 1982), Loomes ve Sugden (Loomes & Sugden, 1987) tarafından teorik ekonomi alanında geliştirilmiştir. Kısaca pişmanlıktan kaçınma olarak da ifade edilebilen pişmanlık teorisinde, beklenen pişmanlığın etkisi dikkate alınarak belirsizlik altında tercihlerin modellenmesi amaçlanmaktadır.

PIŞMANLIK TABANLI TERCİH MODELLERİ

Pişmanlık teorisinde, bireylerin tercihlerinin yalnızca herhangi bir durum için düşünülen bir seçeneğin beklenen performansına değil aynı zamanda diğer seçeneklerin performanslarına da bağlı olduğu yaklaşımına dayanmaktadır. Başka bir ifadeyle; birey tarafından seçilmemiş veya vazgeçilmiş seçeneğin, seçilenden daha çekici hale gelme olasılığının öngörüldüğü ve hesaba katıldığı varsayılır.

PİŞMANLIK TABANLI TERCİH MODELLERİ

Ulaştırma alanından bir örnek vermek gerekirse: Bir bireyin yolculuğunu gerçekleştirmek için özel otomobili seçtiği durumda sistemde mevcut olan toplu taşıma, motosiklet, bisiklet ve yaya gibi türleri seçmediği için yaşanan pişmanlığın (maliyet vb. değişkenler açısından) veya memnuniyetin (süre vb. değişkenler açısından) bilindiği varsayılır.



Düşük maliyet
Düşük seyahat süresi
Yüksek konfor



Yüksek maliyet
Uzun seyahat süresi
Düşük konfor

PIŞMANLIK TABANLI TERCİH MODELLERİ

Burada;

Pişmanlık seçilmeyen seçeneğin daha iyi;

$$maliyet_{bisiklet} - maliyet_{otomobil} < 0$$

Memnuniyet ise seçilmeyen seçeneğin daha kötü;

$$süre_{bisiklet} - süre_{otomobil} > 0$$

performans göstermesi durumunu ifade etmektedir.

PİŞMANLIK TABANLI TERCİH MODELLERİ

Basit ve anlaşılır yapısı ile birlikte gerçek davranışları daha doğru yansıtması, pişmanlık teorisi modellerini mikroekonomik analizlerde oldukça yaygın olarak kullanılan bir yaklaşım olarak ön plana çıkarmıştır. Chorus vd. (2008) mevcut seçim davranışı modellerini kullanarak, yolculuk seçimlerinin analizinde pişmanlık modelinin uygulanabilirliği ile ilgili öncü çalışmayı gerçekleştirmiş ve model yaklaşımını ulaştırma disiplinine uyarlanarak Rastgele Pişmanlık Minimizasyonu (RPM) modelinin temel yapısını geliştirmiştir.

PİŞMANLIK TABANLI TERCİH MODELLERİ

Ulaştırma talep tahmin modellerinde, bireylerin seçim davranışları bağlamında pişmanlık teorisini uygulamak için çok terimli seçim kümesi ve çok nitelikli karar verme olmak üzere iki tür genelleme yapılmalıdır.

- 1. Duruma özgü seçeneklerin bağımsızlığı (ISDA)**
- 2. Seçeneklere özgü değişken yapısı**

1. Duruma Özgü Seçeneklerin Bağımsızlığı

ISDA: Irrelevant of State-wise Dominated Alternatives

Birinci genellemeye göre türetilen pişmanlık modeli fonksiyonlarında kullanılan genel seçim kümeleri, duruma ait seçeneklerin bağımsızlığı gerekliliğine dayalı olmalıdır. Bu durum; fayda tabanlı tercih teorisindeki ilgisiz seçeneklerin bağımsızlığına benzer şekilde belirli bir seçim kümesindeki bir seçimin, bu kümeye diğer seçeneklerin hâkim olduğu bir seçeneğin eklenmesi veya çıkarılmasından etkilenmeyeceğini belirtmektedir. Bir seçenekle ilişkili pişmanlığın en iyi seçenek hariç daha iyi olan diğer seçeneklere bağlı olması ve modelin memnuniyetten daha çok pişmanlıkla ilgili olması durumu bu genellemenin en temel iki sonucudur.

2. Seçeneklere özgü değişken yapısı

İkinci genellemeye göre ise işlevsel bir pişmanlık tabanlı yolculuk tercihi modeli elde edilebilmesi için bir seçeneğin beklenen performansının birden fazla özniteliğe, diğer bir deyişle farklı seçeneklere ait değişkenlere bağlı olması gereklidir.

PİŞMANLIK TABANLI TERCİH MODELLERİ

1. Temel RPM (T-RPM)

Random Regret Minimization (Chorus vd., 2008) (RRM2008)

2. Klasik RPM (K-RPM)

Random Regret Minimization (Chorus, 2010) (RRM2010)

3. Genelleştirilmiş RPM (G-RPM)

Generalized Random Regret Minimization (Chorus, 2014) (G-RRM)

4. Ölçekli RPM (O-RPM)

Random Regret Minimization with Scale Parameter (Cranenburgh vd., 2015) (μ RRM)

5. Saf RPM (S-RPM)

Pure Random Regret Minimization (Chorus, 2012a, 2012b) (P-RRM)

1. Temel RPM (T-RPM)

Random Regret Minimization (Chorus vd., 2008) (RRM2008)

RPM modellerinin temel versiyonu olan T-RPM modeli, Quiggin (1994) tarafından yapılan pişmanlık tabanlı çalışma üzerine Chorus vd. (2008) tarafından geliştirilmiştir. En temel pişmanlık yaklaşımını içeren bu modelde; tercih edilen seçenek, rakip seçeneklerle karşılaştırıldığında aldığı maksimum pişmanlık değerine göre belirlenir.

1. Temel RPM (T-RPM)

Random Regret Minimization (Chorus vd., 2008) (RRM2008)

Örnek olarak: Üç seçenek (i, j, k) bulunan bir seçim kümesinden seçim yapacak bir birey için, üç farklı bağımsız değişken (x, y, z) için bireyin ele alınan bir seçenikle ilişkilendirdiği pişmanlık, iki seçeneğin karşılaştırılması sonucunda en iyi seçeneğin seçilmesiyle elde edilen pişmanlığa eşittir:

$$R_i = \text{maks}\{R_{ij}, R_{ik}\}$$

$$R_j = \text{maks}\{R_{ji}, R_{jk}\}$$

$$R_k = \text{maks}\{R_{ki}, R_{kj}\}$$

1. Temel RPM (T-RPM)

Random Regret Minimization (Chorus vd., 2008) (RRM2008)

Düşünülen seçeneğin (i) başka bir seçenek (j) ile karşılaştırılmasıyla ilişkili ikili pişmanlık düzeyi, iki seçeneğin özniteliklerinin (M) her biri açısından karşılaştırılmasıyla ilişkili pişmanlıkların toplamı olarak düşünülür. Bu öznitelik düzeyinde pişmanlık, ya sıfıra eşittir ya da öznitelik performansındaki ağırlıklı farka eşittir. Sıfıra eşit olma durumunda; göz önünde bulundurulmuş seçeneğin, söz konusu öznitelikte diğer seçenekten daha iyi performans gösterdiği kabul edilir.

1. Temel RPM (T-RPM)

Random Regret Minimization (Chorus vd., 2008) (RRM2008)

Böylece, j seçeneği ile karşılaştırıldığında i ile ilişkili ikili pişmanlık aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$R_i = \max_{i \neq j} \left\{ \sum_{s=1}^M \max(0, \beta_s [x_{js} - x_{is}]) \right\}$$

Burada;

R_i : i seçeneğinin pişmanlığı,

β_s : s özniteliği için tahmin edilecek katsayı,

x_{js}, x_{is} : sırasıyla, j'nin ve i'nin seçilmesi durumunda s özniteliğindeki değişken değerleri.

1. Temel RPM (T-RPM)

Random Regret Minimization (Chorus vd., 2008) (RRM2008)

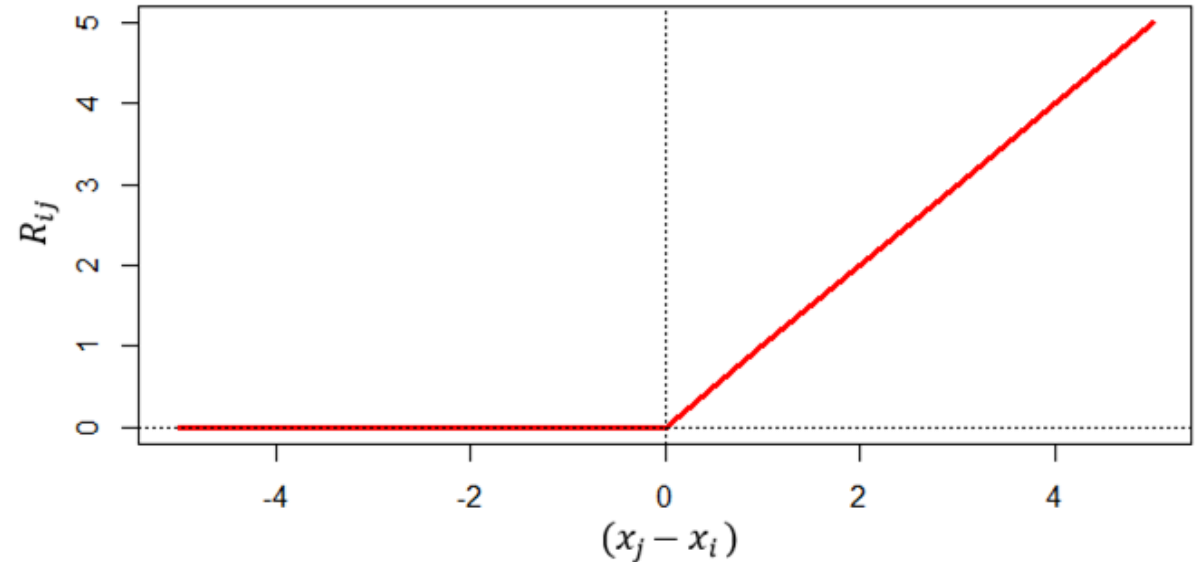
Rastgele pişmanlığın (RP) en küçüklenmesinin matematiksel olarak -RP'nin en büyüklenmesine eşdeğer olduğunu kabul ederek bir J seçenek arasından i seçeneğini seçme olasılığı aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$P_i = \frac{e^{(-R_i)}}{\sum_{j=1}^J e^{(-R_j)}}$$

1. Temel RPM (T-RPM)

Random Regret Minimization (Chorus vd., 2008) (RRM2008)

Değişkenlerin farklarının $(x_j - x_i)$ örnek olarak -5 ile 5 arasında değiştiği ve $\beta = 1$ için ikili pişmanlığın dağılımı aşağıda verilmiştir. Buradan anlaşılacağı üzere değişkenlerin karşılaştırılması durumunda, mevcut seçime ait değişken daha iyi performans gösteriyorsa pişmanlığın olmadığı görülmektedir.



2. Klasik RPM (K-RPM)

Random Regret Minimization (Chorus, 2010) (RRM2010)

Klasik RPM (K-RPM) modeli, seçenekler arasında seçim yaparken karar vericilerin beklenen rasgele pişmanlığı en aza indirmeyi amaçladığını varsaymaktadır. Buna göre; dikkate alınan her bir seçenek ile ilişkili beklenen rasgele pişmanlık seviyesi, pişmanlığın gözlemlenmeyen heterojenliğini temsil eden bağımsız özdeşçe dağılmış ve Tip-1 uç değer dağılıma uygun rastgele hata terimi ile sistematik pişmanlık bileşeninden meydana gelmektedir.

2. Klasik RPM (K-RPM)

Random Regret Minimization (Chorus, 2010) (RRM2010)

Sistemik pişmanlık bileşeni, göz önünde bulundurulmuş seçenek ile seçim kümesindeki diğer seçeneklerin sırayla birbirleriyle kıyaslanarak bütün ikili pişmanlıkların toplamı olarak düşünülür. Böylece K-RPM modelinde, dikkate alınan seçeneğe daha iyi performans gösteren ve vazgeçilen her seçeneğin beklenen pişmanlığa etki ettiği varsayılmaktadır:

$$R_i = \sum_{j \neq i} R_{i \leftrightarrow j}$$

2. Klasik RPM (K-RPM)

Random Regret Minimization (Chorus, 2010) (RRM2010)

K-RPM modelinde bireylerin seçim yaparken en aza indirmeye çalıştıkları varsayılan pişmanlık; bir veya daha fazla seçilmemiş seçeneğin, bir veya daha fazla öz niteliğe bağlı olarak seçilene göre daha iyi performans göstermesi durumunda yaşanır.

2. Klasik RPM (K-RPM)

Random Regret Minimization (Chorus, 2010) (RRM2010)

Toplam pişmanlık ise dikkate alınan seçenek (i) ile onun rakip seçenekleri arasındaki bütün öznitelikler için ikili karşılaştırmalarla elde edilen ikili pişmanlıkların tamamının toplamı şeklinde düşünülür:

$$RR_i = R_i + \varepsilon_i = \sum_{j \neq i} \sum_{s=1}^M \ln(1 + e^{\beta_s(x_{js} - x_{is})}) + \varepsilon_i$$

Burada;

RR_i : i seçeneğinin seçimi için toplam pişmanlık,

R_i : i seçeneğinin seçimi için pişmanlığın gözlenen bileşeni veya ikili pişmanlık fonksiyonları,

ε_i : i seçeneğinin seçimi için pişmanlığın gözlenemeyen bileşeni veya hata terimi,

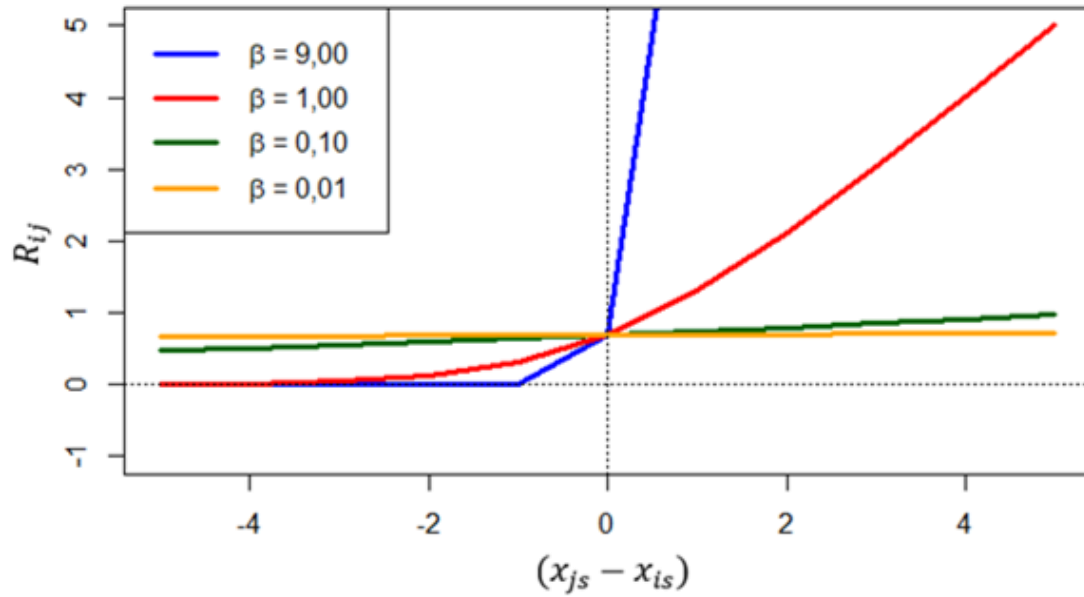
β_s : s öznitelik düzeyinde tahmin edilecek katsayı,

x_{js}, x_{is} : öznitelik (s) düzeyinde sırasıyla j ve i seçeneğine özgü değişkenler.

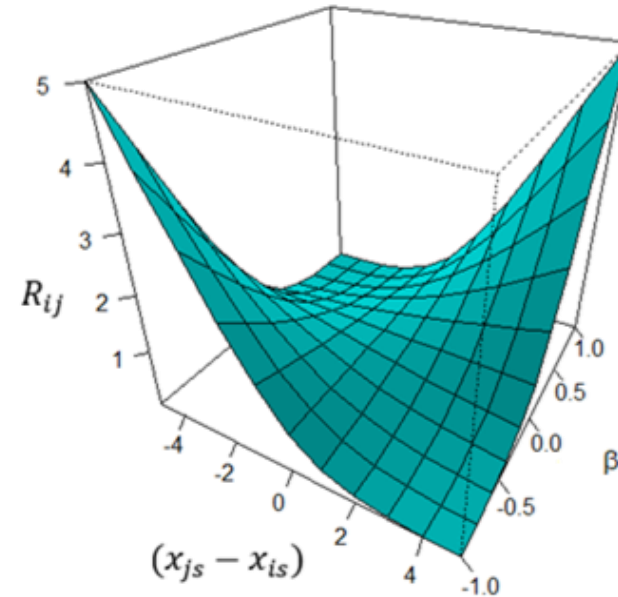
2. Klasik RPM (K-RPM)

Random Regret Minimization (Chorus, 2010) (RRM2010)

Buna göre, değişkenlerin farklarınınin ($x_{js} - x_{is}$) örnek olarak -5 ile 5 arasında değiştiği, bazı katsayı (β) değerleri için ikili pişmanlığın dağılımı aşağıda verilmiştir:



(a)

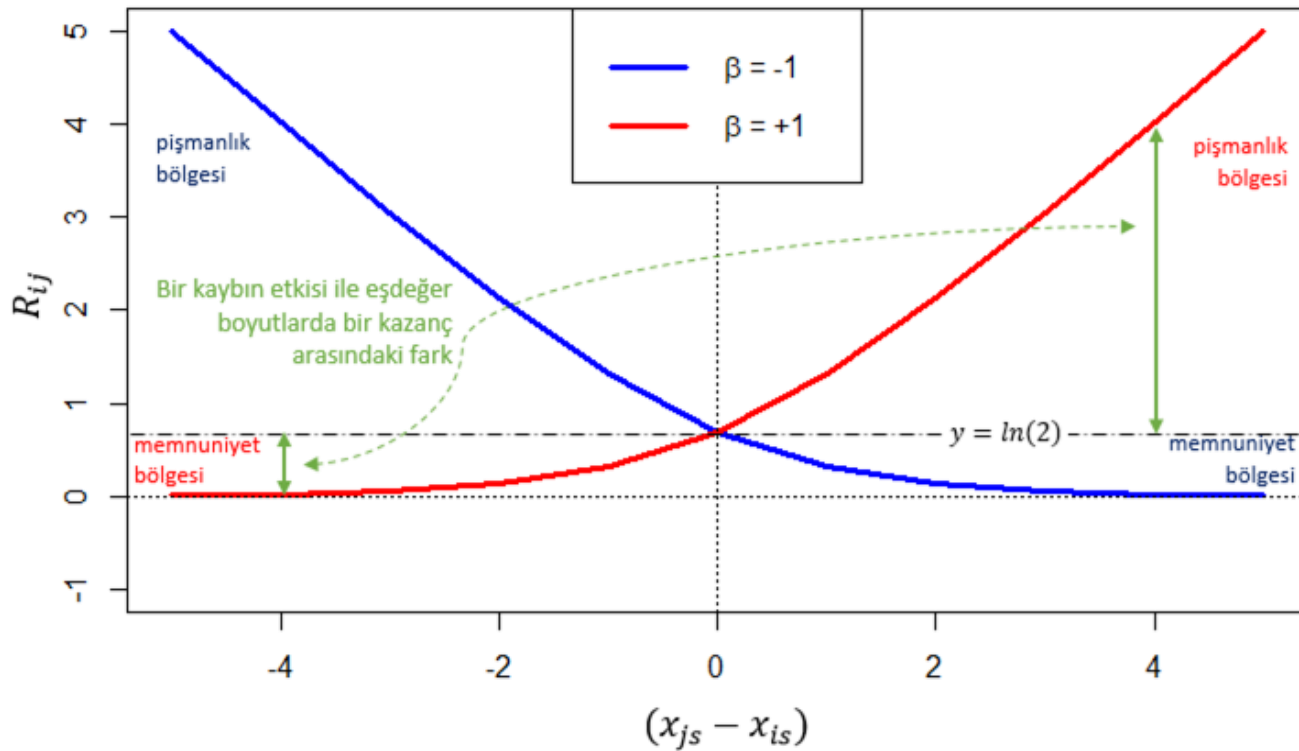


(b)

2. Klasik RPM (K-RPM)

Random Regret Minimization (Chorus, 2010) (RRM2010)

Herhangi iki seçenekten birinin herhangi bir değişken düzeyinde diğerine göre ikili pişmanlıklarının dağılımı, $\beta = 1$ ve $\beta = -1$ değerleri için aşığıdaki gibidir:



Burada,

$y = \ln(1 + e^0) = \ln(2)$ yatay çizgisi üzerinde kalan alan pişmanlık,

$y = \ln(2)$ ile $y = 0$ arasında kalan alan ise memnuniyet bölgelerini oluşturmaktadır.

Grafikte görüldüğü üzere; bir kaybın yarattığı pişmanlık, eşdeğer bir kazancın yarattığı memnuniyetten daha büyük olacaktır.

2. Klasik RPM (K-RPM)

Random Regret Minimization (Chorus, 2010) (RRM2010)

RFM modellerinden esinlenerek üretilen K-RPM modelinde negatif hata teriminin, ÇTL'deki gibi bağımsız özdeşçe dağılmış Tip-1 uç değer dağılımına uygun ve varyans değerinin $\pi^2/6 = 1.645$ olduğu kabul edilmektedir. Buna göre, K-RPM modeli için seçim olasılıkları için iyi bilinen en uygun kapalı form olan lojit formülü ile hesaplanmaktadır:

$$P_i = \frac{e^{(-R_i)}}{\sum_{j=1}^J e^{(-R_j)}}$$

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.
- Bell, D. E. (1982). *Regret in Decision Making Under Uncertainty*. *Operations Research*, 30(5), 961–981.
- Chorus, C. G., Arentze, T. A., & Timmermans, H. J. P. (2008). *A Random Regret-Minimization model of travel choice*. *Transportation Research Part B: Methodological*, 42(1), 1–18.
- Chorus, C. G. (2010). *A New Model of Random Regret Minimization*. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 10(2), 181–196.
- Chorus, C. G. (2012a). *Random Regret-based discrete choice modeling: A tutorial*. Springer.
- Chorus, C. G. (2012b). *Random Regret Minimization: An Overview of Model Properties and Empirical Evidence*. *Transport Reviews*, 32(1), 75–92.
- Chorus, C. G. (2014). *A Generalized Random Regret Minimization Model*. *Transportation Research Part B: Methodological*, 68, 224–238.
- Cranenburgh, S. van. (2015). *The P-RRM model*. *Advanced Random Regret Minimization Models*. <https://www.advancedrrmmmodels.com/p-rrm>.
- Cranenburgh, S. van, Guevara, C. A., & Chorus, C. G. (2015). *New insights on random regret minimization models*. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 74, 91–109.
- Fishburn, P. C. (1982). *The Foundations of Expected Utility*. Springer Netherlands.
- Loomes, G., & Sugden, R. (1982). *Regret theory: An alternative theory of rational choice under uncertainty*. *The Economic Journal*, 92(368), 805–824.
- Quiggin, J. (1994). *Regret theory with general choice sets*. *Journal of Risk and Uncertainty*, 8(2), 153–165.