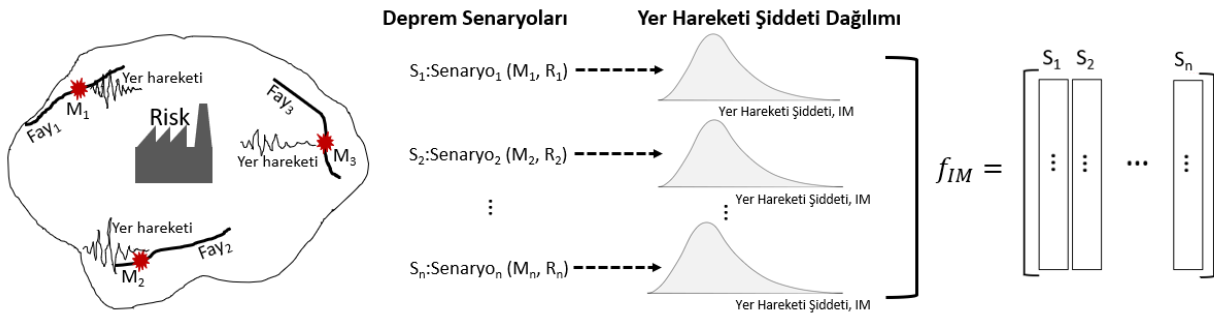


Katastrofik Doğa Olayları İçin Mali Kayıp Modelleme Platformu

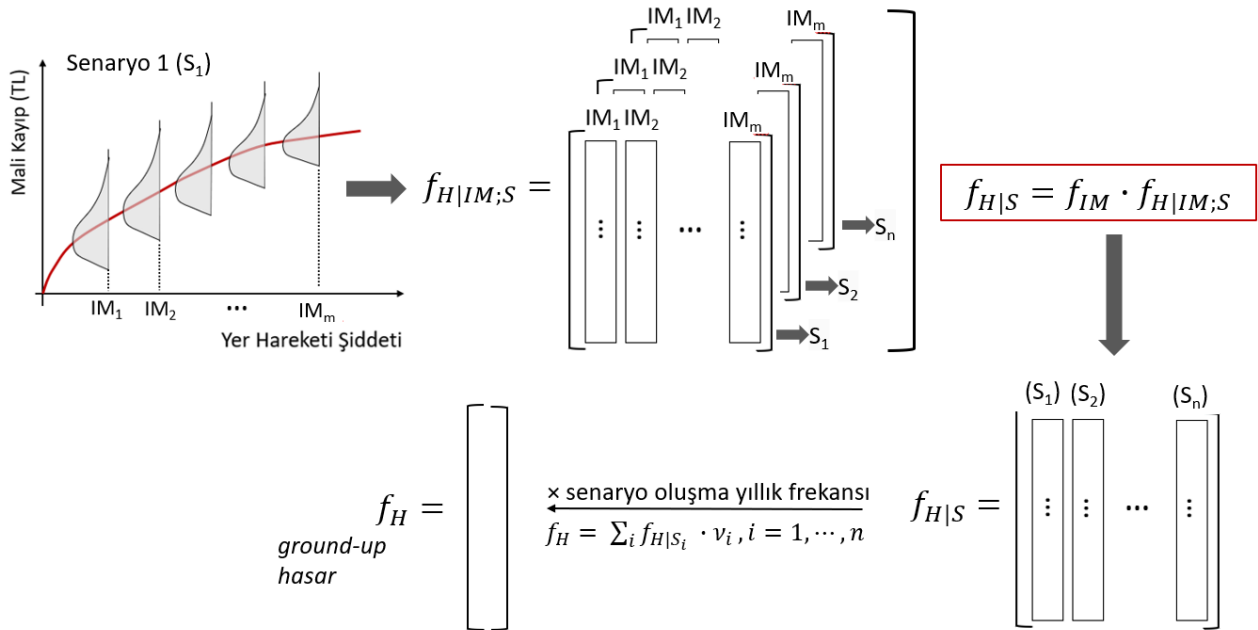
CatMod modelleme platformu ilk aşamada deprem için sigorta ve reasürans korumalarını hesaplamak amacıyla geliştirilmeye başlanmıştır. Platformun ilerleyen süreçte diğer katastrofik doğa olayları için de mali hasar modellemesi yapması planlanmaktadır. Aşağıdaki paragraflar CatMod deprem kayıp modellemesinin ana hatlarını özetlemektedir. Tüm modelleme detaylarını bu kısa yazı dizisinde verebilmek mümkün değildir.

CatMod depremler sonucu oluşması muhtemel mali kayıp modellemesini iki alternatif yöntemle yapmaktadır. İlk yöntem (Yöntem 1), deprem kaynaklarında oluşması beklenen farklı büyüklüklerdeki depremler (deprem senaryoları) sonucu oluşabilecek yer hareketi şiddetinin sigortalanmış riskin bulunduğu konumdaki dağılımının hesaplar. Bu dağılım her bir deprem senaryosu için farklı genliklerde oluşabilecek yer hareketi şiddetinin yıllık aşılma ihtimalinin hesabında kullanılır. Bu hesaplar esnasında depremler arasında ve portföyün bulunduğu konumlar arasında farklı zemin koşullarından kaynaklanan belirsizlikler dikkate alınır. Söz konusu hesap adımları şematik olarak Şekil 1’de gösterilmiştir. Bu şeklin sol kısmı sigortalanmış risk ve bu riski etkileyen deprem kaynaklarında (fay kaynaklar) oluşması beklenen farklı büyüklüklerdeki depremleri (senaryo depremleri) gösterilmektedir. Her bir senaryo depreminin (S_1, S_2, \dots, S_n) sigortalanmış riskin bulunduğu konumda oluşturduğu yer hareketi şiddet (IM) dağılımı şekilde orta kısımda temsili olarak verilmiştir. Senaryo tabanlı yer hareketi şiddet dağılımları sayısal olarak bir matriste toplanır (f_{IM}).



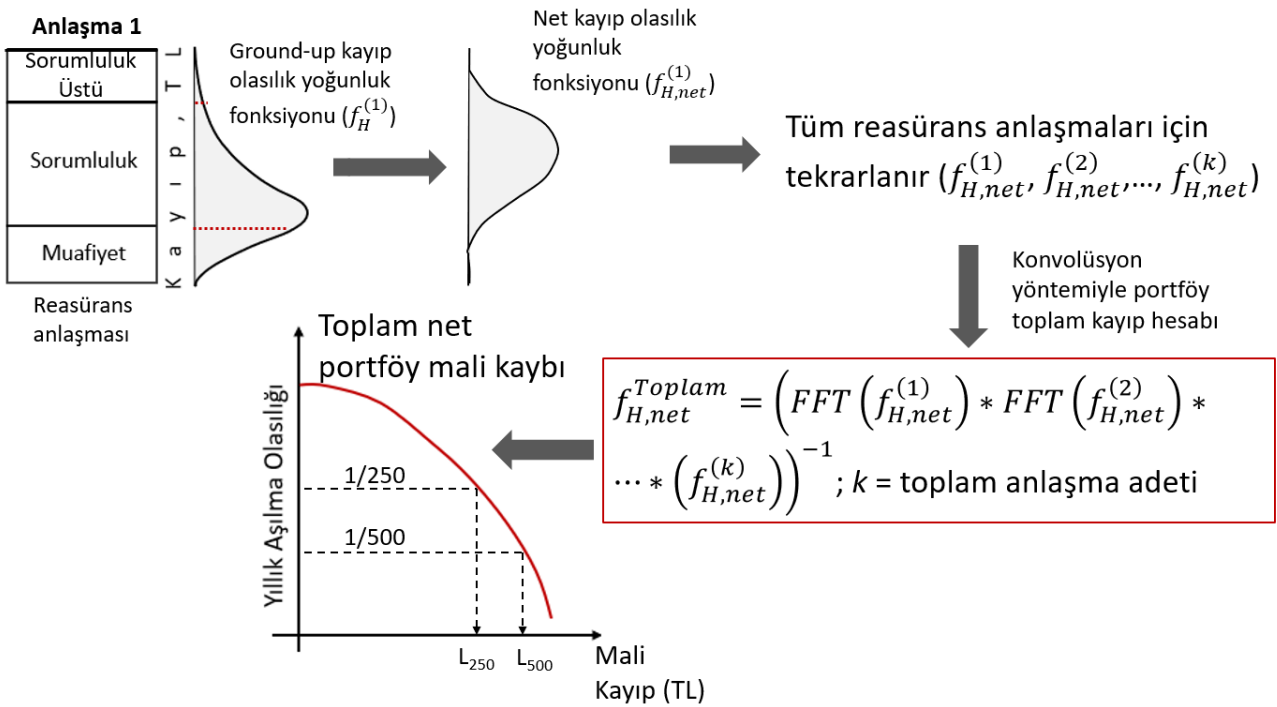
Şekil 1. CatMod modelleme platformu – Yöntem 1 için uygulanan deprem tehlikesi modülü hesapları sonucunda sigortalanmış riskin bulunduğu konumda her bir deprem senaryosu (S_1, S_2, \dots, S_n) için örneklenen yer hareketi şiddet değerlerinin dağılımları (f_{IM}).

Sigortalanmış riskin bulunduğu konumda örneklenen deprem senaryoları için oluşturulan yer hareketi şiddet dağılımları (f_{IM}) riskin hasargörebilirlik modeli ($f_{H|IM;S}$) ile birleştirilerek her bir deprem senaryosu sonucu riskte oluşması muhtemel yıllık mali kaybın dağılımı elde edilir ($f_{H|S}$). Şekil 2, bu hesaba ara basamakları ile beraber üst kısımda temsili olarak göstermektedir. $f_{H|S}$ hesabında bir önceki yazıda açıklanan hasargörebilirlik modelindeki belirsizlik senaryo depremleri (S_1, S_2, \dots, S_n) ve onlara bağlı hesaplanan yer hareketi şiddet dağılımlarının her bir tekil değeri için (IM_1, IM_2, \dots, IM_m) dikkate alınır. Bu yaklaşıma göre yapılandırılan hasargörebilirlik model dağılımı, $f_{H|IM;S}$, senaryo depremlerine ve bu senaryo depremleri sonucu örneklenen yer hareketlerine koşullu hasar değerlerini içerir. Şekil 2'de $f_{H|IM;S}$ dağılımlarını içeren sayısal değerlerin gösterimi üst kısımda orta panelde verilmiştir. Her bir deprem senaryosu için sigortalanmış riskin hasar dağılımını içeren $f_{H|S}$, senaryo depremlerin yıllık aşılma ihtimalleri ile birlikte değerlendirildiğinde (Şekil 2 alt kısım, orta panel) söz konusu risk için tüm olası deprem senaryolarını dikkate alan hasar (mali kayıp) dağılımı elde edilir (f_H). Bu aşamada elde edilen mali kayıp dağılımı hiçbir sigorta (veya reasürans) anlaşma koşulunu dikkate almadığı için "ground-up" mali kayıp dağılımıdır.



Şekil 2. CatMod modelleme platformu – Yöntem 1'e göre sigortalanmış bir riskin "ground-up" mali kayıp hesabını içeren hesap adımları

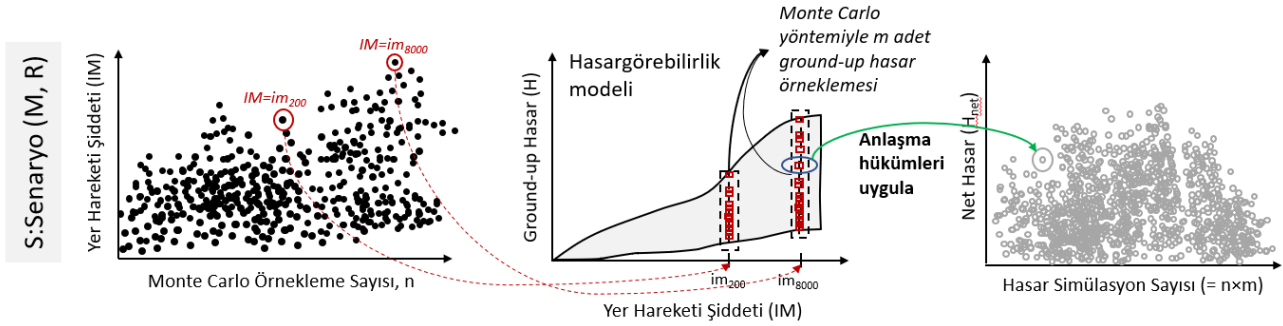
CatMod, Yöntem 1 kapsamında son aşamada sigortalanmış risk için hesaplanan "ground-up" hasar dağılımına sigorta/reasürans anlaşma hükümlerini uygular. Şekil 3, bu aşamayla ilgili hesap adımlarını göstermektedir. Bu şeklin sol üst köşesinde temsili bir sigorta/reasürans anlaşması için verilen ve finansal kutu olarak da tabir edilen anlaşma payları "ground-up" hasar dağılımına uygulanarak sigorta firmasının veya reasürörün mali sorumlulukları kapsamındaki yıllık mali kayıp (hasar) dağılımları hesaplanır ($f_{H,net}$). Sigortalanmış portföy kapsamında "k" adet anlaşma (ve risk) için bu hesap serisi tekrarlanır ($f_{H,net}^{(1)}, f_{H,net}^{(2)}, \dots, f_{H,net}^{(k)}$) ve tüm portföyün mali kaybının yıllık aşılma ihtimallerini veren mali kayıp (risk) eğrisi konvolüsyon yöntemi ile hesaplanır. (Şekil 3'te kırmızı kutuyla çevrelenmiş ifade). Şekil 3'ün sol alt köşesinde temsili olarak verilen ve portföydeki tüm anlaşmaların dikkate alındığı mali kayıp eğrisinde düşey eksen farklı yıllık aşılma olasılıklarını, yatay eksen de bu olasılıklara karşılık gelen portföy mali kaybını göstermektedir. Buna göre bir yılda 0.04 (1/250) ihtimalle aşılma olasılığına sahip mali kayıp değeri L_{250} olarak yatay eksenden okunur. Söz konusu mali kayıp (L_{250}) tüm portföy için 250 yıllık zaman diliminde en az bir kez oluşma ihtimali olan kayıp değeri olarak da değerlendirilebilir.



Şekil 3. CatMod modelleme platformu – Yöntem 1 kapsamında portföy kaybının sigorta/reasürans finansal anlaşmaları dikkate alınarak hesaplanmasını gösteren hesap adımları

CatMod platformunun deprem mali kayıp modellemesinde kullanılan Yöntem 2 Monte Carlo simülasyon tekniğini temel alır. Monte Carlo, Yöntem 1 için özetlenen tüm hesap adımlarında

kullanılan hesap parametrelerini belli dağılımlar varsayarak rassal bir şekilde örnekler. Bu yaklaşıma göre deprem senaryoları sonucu sigortalanmış riskin bulunduğu konumdaki yer hareketi şiddet değerleri ve bu şiddet değerlerine maruz kalan riskte oluşacak mali hasarlar ilgili tüm belirsizlikler dikkate alınarak rassal olarak örneklenir. Bu örneklemeler sonucu sigortalanmış riskte oluşan her bir tekil "ground-up" kayıp sigorta/reasürans anlaşma koşullarına ayrı ayrı tabi tutulur ve tekil olarak sigortanın veya reasürörün mali sorumlulukları belirlenir. Şekil 4, önceki satırlarda anlatılan yaklaşımı bir deprem senaryosu için göstermektedir. Bu şeklin en solunda temsili deprem senaryosu için Monte Carlo simülasyon tekniği ile örneklenen yer hareketi şiddet saçılımı, orta kısımda sigortalanmış riskin her bir yer hareketi şiddet örnekleme için farklı seviyelerde mali hasar alma koşulunu dikkate alan hasargörebilirlik modeli sonucu elde edilen "ground-up" hasar dağılımını ve en sağda ise her bir "ground-up" hasara sigorta/reasürans anlaşma hükümlerinin uygulanması sonucu elde edilen net hasar saçılımı gösterilmiştir.



Şekil 4. CatMod modelleme platformu- Yöntem 2 hesap adımlarının bir deprem senaryosu için gösterimi

Sigortalanmış riskte (ve dolayısıyla pek çok anlaşmanın olduğu bir portföyde) net mali hasarın farklı yıllık aşılma ihtimallerini olabildiğince gerçekçi hesaplayabilmek için Yöntem 2 deprem kaynaklarının belli bir katalog süresi içinde üretmesi muhtemel tüm deprem senaryoları için Şekil 4'te gösterilen hesap adımlarını tekrarlar. Hesapların sonucunda Şekil 3'te temsili olarak gösterilen mali hasar (risk) eğrisini elde eder.

Bu açıklamalardan anlaşılacağı gibi Yöntem 2, Yöntem 1'e göre hesap yükü açısından oldukça kapsamlıdır. İki yöntemin mali kayba ilişkin deprem hasar modellemesinde farklı uygulama alanlarında kullanılması mümkündür.