

Katastrofik Doğa Olayları Kayıp Modellemesi-Temel Bileşenler

Bir önceki yazının devamı niteliğinde olan bu yazıda, katastrofik bir doğa olayının hasar modellemesinde olması gereken ve aşağıda sıralanan dört temel bileşen deprem mali kayıp modellemesi özelinde anlatılmaktadır.

- Katastrofik doğa olayının meydana getirdiği olay setlerini ve bu olay setleri sonucu ortaya çıkan şiddet seviyelerinin yıllık aşılma sıklığını (veya karşılık gelen olasılığı) ifade eden **tehlike modeli**,
- Katastrofik olayın şiddetine bağlı olarak portföyün içerdiği muhteviyat ve yapılarda oluşan mali hasarı veren **hasargörebilirlik modeli**,
- Portföydeki sigortalı değerlerin coğrafi dağılımları ve mali hasar hesabı için portföyün önemli özelliklerini veren **güvenilir veri seti**,
- Mali kayıp hesabına sigorta şirketi ile reasürör arasında yapılan **sigorta anlaşma koşullarının** uygulanması.

Tehlike modeli:

Tehlike modeli, katastrofik doğa olayını meydana getiren fiziksel kaynağın (örneğin fay kaynaklar) özelliklerini dikkate alarak katastrofik olayın büyüklüğünü, frekansını ve katastrofik olay sonucu portföyü etkileyen şiddeti tarif eder. Katastrofik olayın şiddeti, portföyün maruz kalacağı hasarın hesabı için kullanılan ölçüttür. Örneğin deprem için yerin sarsıntısını tarif eden en büyük yer ivmesi (PGA), en büyük yer hızı (PGV) veya yerin sarsıntısı sonucu portföydeki fiziksel hasarı ifade eden makrosismik şiddet (MMI), deprem olayının şiddet ölçütleri olabilir. Katastrofik olay sel taşkını veya su baskını ise suyun debisi, taşkın yüksekliği ve kapladığı alan portföydeki hasarı ifade etmeye yönelik şiddet parametreleri olarak kullanılabilir. Şiddet parametresinin genliği büyüdükçe portföyde yol açacağı mali hasar artar.

Katastrofik *tehlike modeli* en basit şekilde portföyü etkileme potansiyeline sahip tarihsel olayların benzetimi (simülasyonu) yoluyla yapılabilir. Bu yaklaşım, tehlike modellemesi terminolojisinde deterministik yaklaşım olarak adlandırılır. Deterministik yaklaşım, portföy hasarını az sayıda tarihsel olaya bağlı kalarak değerlendirdiği için ve farklı büyüklüklerde gerçekleşmesi muhtemel diğer olayları göz ardı etmesi nedeniyle portföyün maruz kalabileceği mali hasarı tam manasıyla yansıtmayabilir. Az sayıda tarihsel olaya bağlı kalınarak yapılan deterministik mali kayıp hesabı, portföyün *yıllık ortalama (beklenen) kayıp* değerini de vermez. Tarihsel olayların tekrarlama frekansları, bu olaylarla ilgili bilgilerin sınırlı olmasından dolayı belirsizlik içerir. Buna bağlı olarak

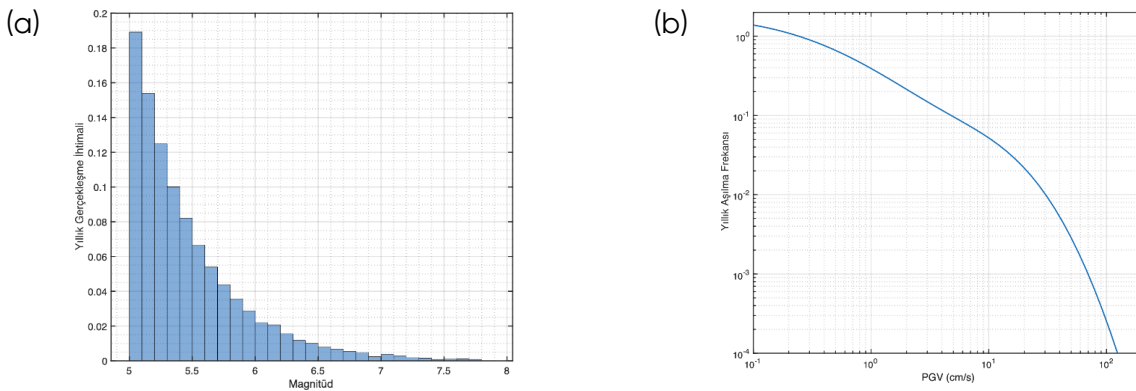
tarihsel olayların benzetimi (simülasyonu) sonucu elde edilen hasar hesaplamalarının hangi zaman dilimi içinde tekrarlayacağı da belirsizlik arz eder.

Yukarıda belirtilen saptamaların olumsuz etkilerini azaltmak için günümüz mali hasar modelleri katastrofik tehlikeyi ihtimal (olasılık) teorisine bağlı olarak gerçekleştirir. Olasılıksal tehlike modellemesinde katastrofik doğa olayının farklı büyüklüklerde oluşma ihtimali ve bu büyüklüklere bağlı şiddet değerlerinin yıllık aşılma olasılığı hesaplanır. Olasılıksal tehlike modellemesinde katastrofik olayın farklı büyüklüklerde gerçekleşme ihtimali belirlenirken tarihsel olaylar da dikkate alınır. Bu bağlamda olasılıksal tehlike modelinin deterministik yaklaşımdan en önemli farkı, söz konusu tarihsel olayların oluşma sıklığının bir olasılık dağılıma göre dikkate alınmasıdır. Olasılıksal tehlike modellemesi sonucunda portföyün mali hasarını hesaplamaya yönelik,

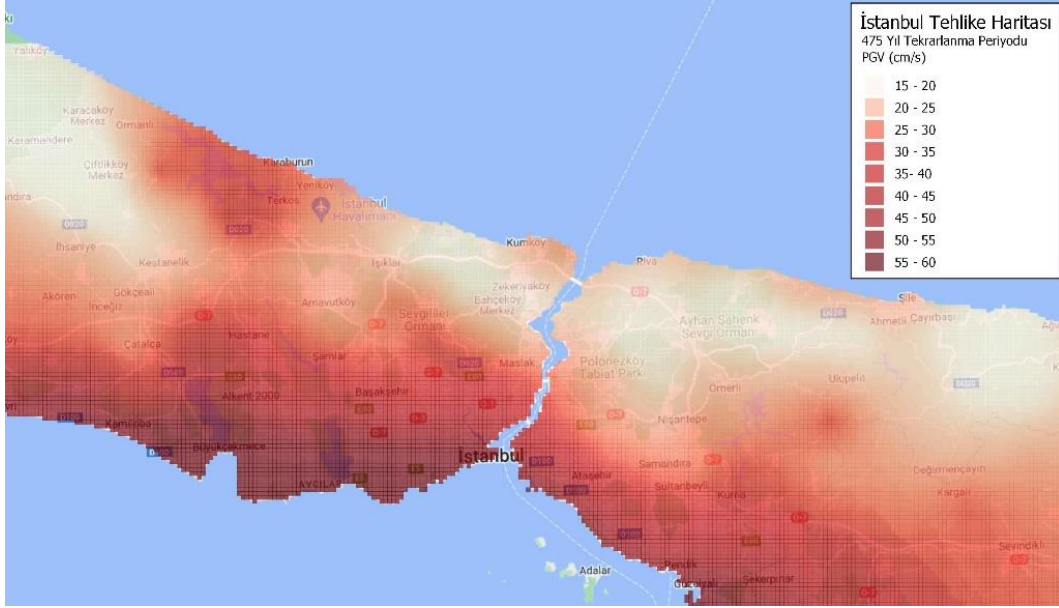
- Katastrofik olayın farklı büyüklüklerini temsil eden olay kümeleri ve
- Olay kümeleri sonucu portföyün bulunduğu konumda oluşan şiddetin yıllık aşılma sıklığı (veya olasılığı) hesaplanır.

Tehlike modellerinde katastrofik doğa olayının büyüklüğüne göre şiddeti hesaplayan modeller, içerdikleri varsayımlar sonucu farklılıklar gösterebilir. İleri seviyedeki tehlike modelleri hesaplamalarında bu tip model farklılıklarından dolayı oluşan belirsizlikleri dikkate alır.

Şekil 1a, örnek teşkil etmesi bakımından, farklı deprem büyüklüklerinin (magnitüd) yıllık gerçekleşme ihtimallerini gösteren stokastik modeli ve Şekil 1b, sigorta portföyünün bulunduğu konumda en büyük yer hızının (PGV, şiddet parametresi) yıllık aşılma frekansını göstermektedir. Şekil 2, İstanbul ilini kapsayacak şekilde 0.05 derece aralıklarla hesaplanmış PGV'nin 475 yılda en az bir kez aşılması beklenen değerlerinin coğrafi değişimini göstermektedir. Bu bilgiler deprem etkisi altında İstanbul ilinde bulunan bir sigorta portföyünün mali hasar modellemesinde kullanılır.



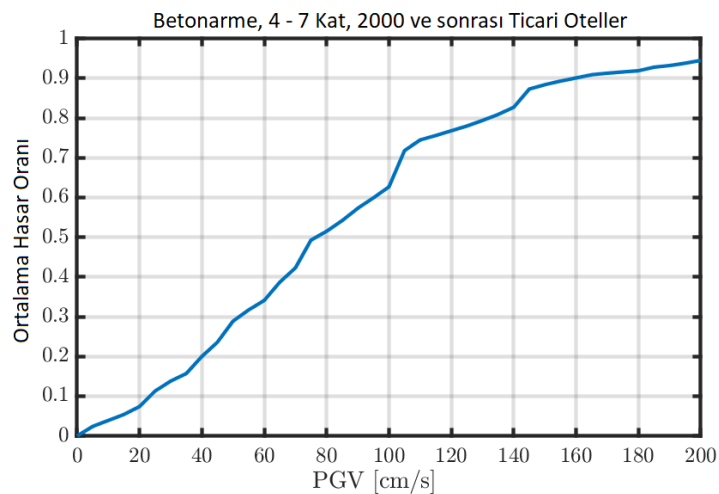
Şekil 1. (a) Bir fay kaynak için farklı büyüklüklerde oluşan depremlerin yıllık gerçekleşme ihtimalleri, (b) Sigorta portföyünün bulunduğu noktada yer hareketi şiddetinin (PGV) yıllık aşılma frekansı



Şekil 2. İstanbul ili için 475 yılda en az bir kez aşılma ihtimali dikkate alınarak hesaplanan yer hareketi şiddet (PGV) değerlerinin renkli kontör haritasında dağılımları

Hasargörebilirlik modeli

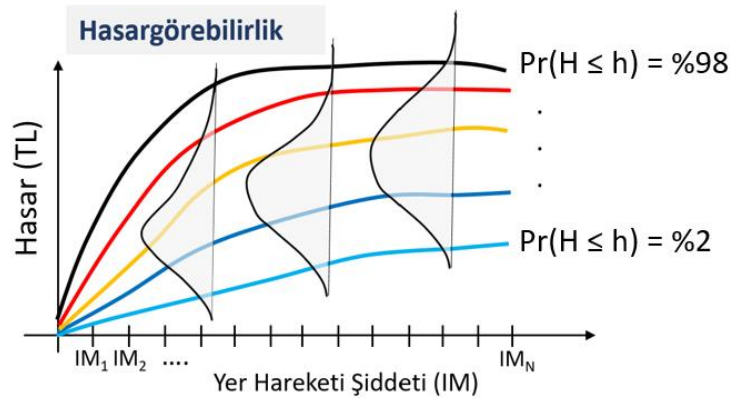
Hasargörebilirlik modeli, hasar ile katastrofik doğa olayının şiddeti arasındaki ilişkiyi kurar (Şekil 3) ve sigortalanmış portföydeki mali hasarın hesabındaki önemli bir diğer bileşendir. Hesap kolaylığı açısından hasargörebilirlik modeli katastrofik doğa olayı sonrası meydana gelen mali hasarı toplam sigorta bedeline normalize edilmiş "hasar oranı" ile tanımlar. Örneğin hasar oranı 0.6 ise toplam mali hasar sigorta bedelinin %60'ı mertebesindedir. Bu bedel üzerinden sigorta anlaşma hükümleri işletilir.



Şekil 3. 2000 yılı sonrası inşa edilmiş 4-7 kat arası betonarme ticari oteller için ortalama hasar oranını yer hareketi şiddetini temsil eden PGV'ye göre değişimini gösteren örnek hasargörebilirlik modeli.

Hasargörebilirlik modelleri, yapı ve muhteviyat tiplerinin katastrofik doğa olayı karşısında gösterdikleri davranıma göre farklılıklar gösterir. Bunun yanı sıra aynı tip bir yapının (örneğin betonarme çerçeve) yapım yılı ve kat sayısı gibi özellikleri de hasargörebilirlik modelinde farklılıklara neden olur. Söz konusu durum muhteviyat için de geçerlidir: Muhteviyatın yapı içindeki konumu, kullanım amaçlarına göre yere ankastre olup olmama durumu, katastrofik doğa olayı sırasında yapıyla olan etkileşimi muhteviyat hasar seviyesinde farklılıklara yol açan faktörlerdir. Bu nedenle hasargörebilirlik modelleri, yapı tipi ve muhteviyat açısından sınıflandırmalara tâbi tutulur. Örneğin yapım yılı, kat adedi, inşaat malzemesi ve kullanım amacı bina tipi yapıların hasargörebilirlik modelleri için sınıflandırılmada kullanılan temel kriterleri oluşturur. Muhteviyat için donanımın kullanım alanı, teknik altyapısı (yüksek teknoloji, mekanik, vs.), hizmet verdiği sektör (ağır veya hafif sanayi, medikal, vs.), üretildiği malzeme (metal, cam, vs.) gibi kriterler sınıflandırma açısından dikkate alınabilir. Hasargörebilirlik modelleri aynı zamanda katastrofik doğa olayına, sigorta tipine ve risk koluna göre de farklı şekilde hesaplanıp sınıflandırılmalıdır.

Hasargörebilirlik modellerin katastrofik doğa olayının şiddetine bağlı oluşan hasarı kesin ve doğru bir şekilde hesaplaması mümkün değildir. Katastrofik doğa olayının etkisi altında yapı ve muhteviyatın davranımı ve birbirleriyle olan etkileşimleri muhtemel hasar için pek çok varsayım yapmayı gerektirir. Hasargörebilirlik modelleri söz konusu koşulları dikkate alarak bina ve muhteviyat hasarlarını katastrofik doğa olayı sonucu meydana gelen şiddet seviyeleri için bir olasılık dağılımı şeklinde ifade ederler (Şekil 4). Günümüz mali kayıp hesap motorları hasar görebilirlik modellerinde söz konusu dağılımı dikkate alarak mali kaybı daha gerçekçi olarak hesaplayabilir.



Şekil 4. Deprem etkisini dikkate alan temsili bir hasargörebilirlik modeli. Şekilde verilen her bir eğri riskin verilen yer hareketi şiddet değeri (IM) belli bir mali hasar değerini (h) aşmama ihtimalini (örneğin $Pr(H \leq h) = 2\%$) gösterir.

Hasargörebilirlik modellerinin çok fazla yapı ve muhteviyat tipi için hesaplanması gerekir ve çoğunlukla analitik çalışmalarla beraber uzman görüşlerine dayalı bir çerçeve içinde elde edilirler. Bu nedenle gerçek bir katastrofik doğa olayı sonrası oluşan portföy kayıpları dikkate alınarak kalibrasyona tâbi tutulmaları gerekir. Bu şekilde kalibre edilmiş hasargörebilirlik modelleri daha gerçekçi mali kayıp sonuçları verir.

Sigortalı değerlerin coğrafi dağılımları ve portföy veri setleri

Sigorta portföyü veri setinin mali kayıp hesabına ilişkin doğru ve detaylı bilgiler içermesi, gerçekçi modelleme sonuçları açısından önemlidir. Türkiye’de trete portföyleri ile ilgili kümüller il- ilçe merkezi temelli bir coğrafi dağılım gösterir. Portföyler genelde risk kolu (konut, ticari ve endüstriyel), sigorta teminat tipi (yapı, muhteviyat, yapı + muhteviyat ve iş durması) ve trete anlaşma sınıfı (yangın-mühendislik, makine kırılması, vd.) kapsamında bir kırılım gösterir. Sigorta teminatını kapsayan muhteviyat veya yapının detay bilgileri (yapım yılı, kullanım amacı, kat adedi veya muhteviyatın hizmet verdiği sektör, teknoloji altyapısı, vs.) genellikle kümül bilgileri içinde yer almaz.

İhtiyari portföyle ilgili kümül bilgileri trete anlaşmalarına ait portföylere göre daha detay bilgiler içerir. Sigortalanmış değerlerin coğrafi konumu, risk kolu ve sigorta teminat tipinin yanı sıra muhteviyat ve yapı tipi açısından detay bilgi de içerir. Şekil 5 ve 6 sırasıyla trete ve ihtiyari portföylere ait veri tabanı alt yapısını göstermektedir.

| Cresta Zone | Province | District | Cedant | Risk Type | Coverage | Deductible | Risk Count | Retention Exposure | Quota Share Exposure | Surplus Exposure | Pari Passu Exposure | Facultative Exposure | Retention Share | Surplus Share | Total |
|-------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|------------|------------|--------------------|----------------------|------------------|---------------------|----------------------|-----------------|---------------|-------|
| 1 | Istanbul | Beşiktaş | Sigorta A | Ticari | str,cnt | %2 | 10 | ₺ | ₺ | ₺ | ₺ | ₺ | % | % | ₺ |
| 2 | Edirne | Keşan | Sigorta A | Endüstri | str | %5 | 15 | ₺ | ₺ | ₺ | ₺ | ₺ | % | % | ₺ |
| 3 | Sakarya | Karasu | Sigorta B | Ticari | cnt | %2 | 22 | ₺ | ₺ | ₺ | ₺ | ₺ | % | % | ₺ |
| 4 | Bursa | Nilüfer | Sigorta D | Endüstri | str,cnt | %10 | 49 | ₺ | ₺ | ₺ | ₺ | ₺ | % | % | ₺ |

Şekil 5. Türk Reasürans trete portföyü veri setinden gösterim amaçlı bir döküm

| Cresta Zone | Province | District | Cedant | Risk Type | Coverage | Deductible | Facultative ID | Facultative Name | Occupancy | Location Type | Latitude | Longitude | PML | Cession to QS | Coinsurance for Pd | Building SI | Content SI | Loss of Profit SI | EQ Loss Limit |
|-------------|----------|----------|----------------|-----------|----------|------------|----------------|------------------|------------------------|---------------|----------|-----------|-----|---------------|--------------------|-------------|------------|-------------------|---------------|
| 1 | Istanbul | Beşiktaş | Türk Reasürans | Ticari | str,cnt | %2 | 100001 | İhtiyari 1 | Eğitim | Tekil | lat1 | lon1 | % | % | % | ₺ | ₺ | ₺ | ₺ |
| 2 | Edirne | Keşan | Türk Reasürans | Endüstri | str | %5 | 100002 | İhtiyari 2 | Hafif Sanayi ve Montaj | Tekil | lat2 | lon2 | % | % | % | ₺ | ₺ | ₺ | ₺ |
| 3 | Sakarya | Karasu | Türk Reasürans | Ticari | cnt | %2 | 100003 | İhtiyari 3 | Otel | Tekil | lat3 | lon3 | % | % | % | ₺ | ₺ | ₺ | ₺ |
| 4 | Bursa | Nilüfer | Türk Reasürans | Endüstri | str,cnt | %10 | 100004 | İhtiyari 4 | Ağır Sanayi ve Montaj | Tekil | lat4 | lon4 | % | % | % | ₺ | ₺ | ₺ | ₺ |

Şekil 6. Türk Reasürans ihtiyari portföyü veri setinden gösterim amaçlı bir döküm

Yukarıda belirtilen hususlar çerçevesinde T Rupt Teknoloji Türkiye’deki trete sigorta portföyü veri setlerindeki çözünürlük yapısına uygun, ülkemiz inşaat ve deprem tasarımı koşullarını da temsil eden hasargörebilirlik modelleri geliştirmiştir. Geliştirilen hasar görebilirlik modelleri risk kolu, faaliyet branşı ve teminat tipi kırılımlarını da dikkate alır. Sonuç olarak T Rupt detaylı portföy veri seti bilgisini kullanabilen 648 adet ve az detaylı portföy bilgisine dayalı hesap yapabilen 1280 adet hasar görebilirlik modeline sahiptir.

Sigorta anlaşma koşulları

Muafiyetler, sigorta anlaşma tipleri ve sigorta limitleri, sigorta firmasının ve reasürörün sorumluluğu altında olan mali payların belirlenmesinde ve bu payların doğru şekilde mali kayıp hesabına yansıtılmasında kullanılır. Bunun yanı sıra söz konusu koşullar, sigorta ve reasürör arasında yapılacak ticari anlaşma sonucu elde edilecek prim paylarının hesabı için de önemlidir.

Sigorta anlaşmasında belirtilen muafiyet ve limitler uygulanmadan önce hesaplanan mali kayıp riskin (poliçenin) toplam sigorta bedeli üzerinden bilgi verir. Bu mali hasara İngilizce sigorta terminolojisinde "ground up" mali hasar denir. Sigorta anlaşması sonucu muafiyetin ve limitlerin uygulanması sonrası sigorta firmasının ve reasürörün doğrudan sorumluluğuna giren net mali sorumluluklar hesaplanır. Bu hasar sorumluluklarının İngilizce sigorta terminolojisi "net loss" olarak adlandırılır.

Sigorta firması ve reasürör arasında büyük portföy kümülleri için yapılan anlaşmalar genelde trete sözleşmeleri tarafından kapsanır. Trete anlaşmaları temelde "bölüşmeli" ve "bölüşmesiz" olarak iki ana sınıfa ayrılır. Bölüşmeli anlaşmalardan "Eksedan" sigorta firmasının sabit olarak belirlediği koruma (konservasyon) sınırının üstünde kalan kısmı reasürör veya reasürörlere devreder. Bölüşmeli anlaşma, sigorta firması ve reasürör arasındaki sorumluluk devrini doğrudan pay esasına göre gerçekleştiriyorsa, bu anlaşma tipine "Kotpar (Quota Share)" adı verilir. Bölüşmeli anlaşmada reasürör ve sigorta firması sorumluluklarını oranlar halinde belirlenmişlerse, bu tip anlaşmaya "Sur Plus" adı verilir. Bazı bölüşmeli trete anlaşmaları hem Eksedan, hem Kotpar, hem de Quota Share tiplerini beraber içerir.

Bölüşmesiz trete anlaşmaları CAT XL (CATastrophe eXcess of Loss) olarak adlandırılır ve özellikle katastrofik doğa olaylarını mali hasar korumaları için tasarlanmışlardır. CAT XL anlaşmalarında reasürör bir katastrofik olay için sigorta firmasını sigorta firmasının belirlediği koruma sınırını aşan mali kayıp tutarı için tazmin eder. Sigorta firmasının belirlediği korumanın üstünde kalan tazmin tutarı büyük bir yekûn tutuyorsa, ödeme kolaylığı ve ödeme esnekliği açısından bu miktar birden fazla katmana bölünebilir.

İhtiyari anlaşmalar, muafiyet ve sorumluluk limiti ile sınırlandırılmıştır. Katastrofik bir doğa olayı sonrası muafiyet sınırını aşan ve sorumluluk limitine kadar olan yekûn, reasürör tarafından tazmin edilir.