

DEPREMİN YAPILARA ETKİSİNİN BULANIK MANTIK YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ



HAZIRLAYANLAR

Dilara KARADAŞ - İlayda DEDE



BULANIK
MANTIK
DR.GÜLİZ TOZ

Deprem Nedir?

Deprem, yer kabuğunda beklenmedik bir anda meydana gelen enerji serbest bırakımı sonucunda oluşan kırılmalar nedeniyle ortaya çıkan sismik dalgalanmaların yol açtığı, yer yüzeyinin sarsılması olayıdır [1].

Deprem, yer kabuğundaki hareketlerdir ve genellikle aniden meydana gelen doğal afetlerdir. Bu afetler, sıklıkla büyük ölçüde can ve mal kaybına neden oldukları için insanların en çok korktuğu doğal felaketlerden biridir[2].

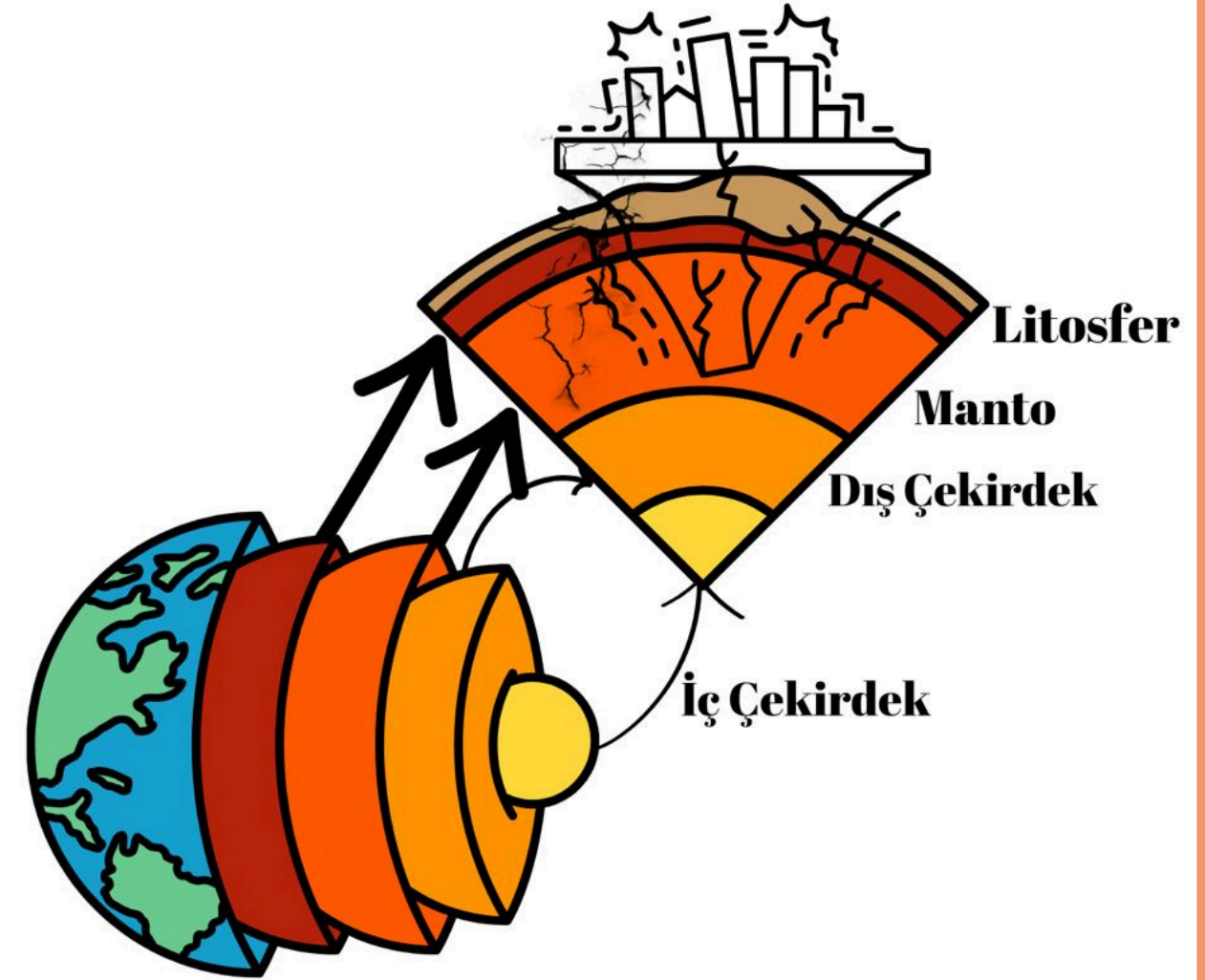
Depremler oluşum süreçlerine göre 3 gruba ayrılır; tektonik, volkanik ve çökme depremler.

Yer kabuğu içinden geçen dalgalara sismik dalgalar denir. Bazı dalgalar yüzey boyunca yayılırken bazıları ise dikine yayılır. Dalgaların hızı ve karakteristiği, kayaların veya erimiş materyalinin türüne bağlıdır.

Dünya'nın Katmanları

Dünya, çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip katmanlardan oluşur. Üst katmandan Dünya'nın çekirdeğine doğru; en dış katman atmosferdir. Dünya'yı çevreler ve yaşamı destekleyen gazları içerir. Hidrosfer, Dünya yüzeyi ve yer altındaki suyun katı, sıvı ve gaz halini kapsar.

Litosfer, 70-100 km kalınlığında olup Dünya'nın katı dış yüzeyini oluşturur. Litosfer ile çekirdek arasında kalan, kalınlığı 2.900 km olan katmana ise Manto adı verilir. En iç katman ise çekirdektir; yoğun demir-nikel alaşımından oluşur.



Tektonik Kökenli Depremler



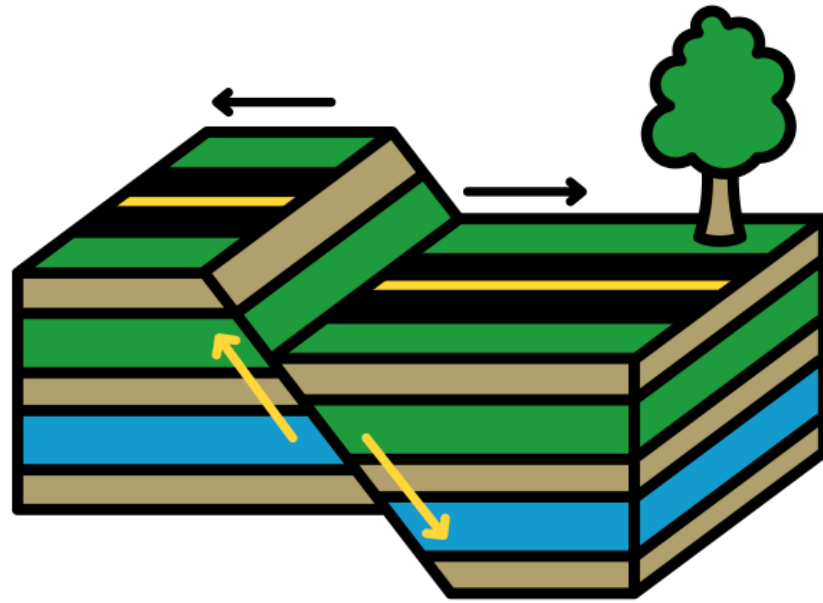
Depremler genellikle Dünya'nın litosfer ve manto arasındaki astenosfer denilen mantonun yumuşak üst katmanındaki konveksiyon akımları sebebiyle meydana gelir.

Dünya'nın çekirdeğinden gelen ısı, manto içindeki maddeyi ısıtarak hareketlendirir. Isınan madde, daha düşük yoğunluğa sahip olduğu için yüzeye doğru yükselirken, soğuyan madde daha yüksek yoğunluğa sahip olduğu için aşağı doğru batar. Bu akımlar, litosferin üzerinde bulunan ve Dünya'nın kabuğunu oluşturan tektonik plakaları etkiler. Bu etki çok büyük olur ise taş kabuk kırılarak levhaları meydana getirir. Bu süreç, tektonik depremlerin oluşumuna neden olur.

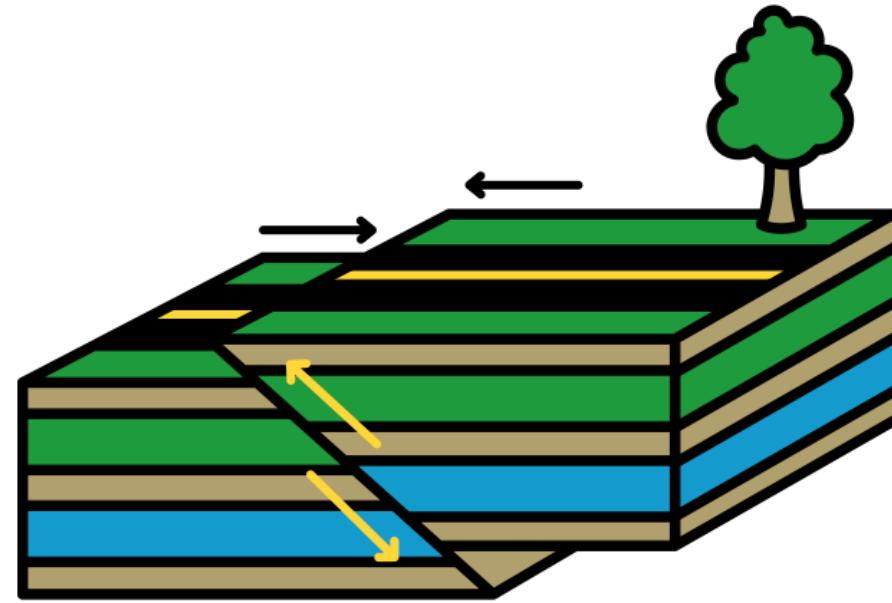
Levhaların arasındaki arazi kırıklarına ise fay denir [1].

Levhalar

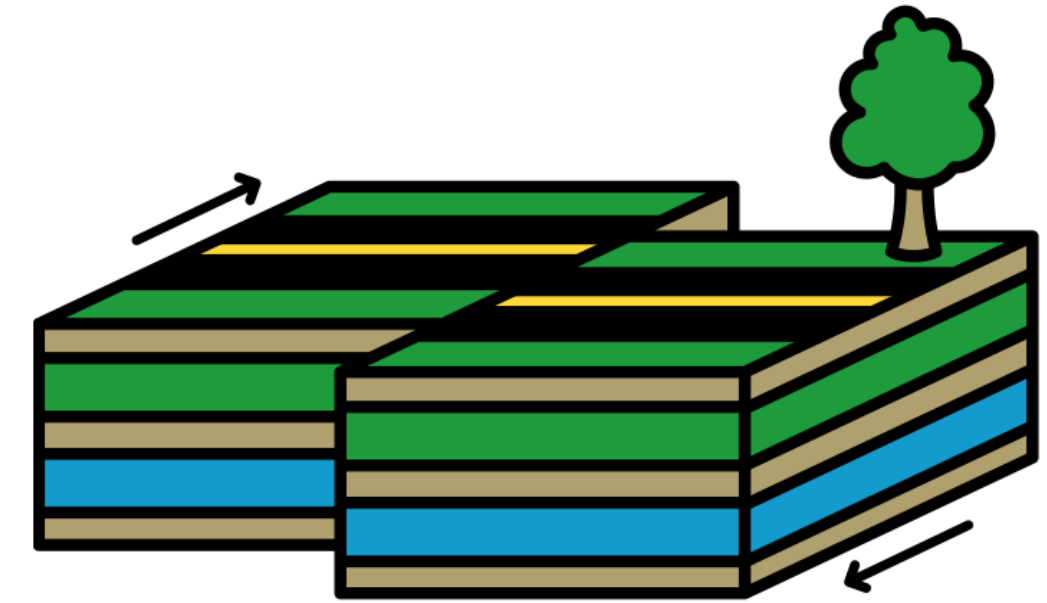
Litosfer plakaları, mantonun üzerinde hareket halindedir. Bu hareket sırasında oluşan tektonik kuvvetlerin etkisiyle fay denilen yırtıklar boyunca belirli periyotlarla ani hareketler oluşur. Bu ani hareketler sonucu meydana gelen titreşimler Litosfer boyunca yayılarak depremleri meydana getirir [1]. Bu sarsıntılar, depremin şiddetine ve derinliğine bağlı olarak farklı büyüklüklerde olabilir ve deprem dalgaları olarak bilinen sismik dalgaları oluşturur. Bu sismik dalgalar, depremin merkezinden uzak mesafelere yayılarak hissedilir ve depremin etkisini geniş bir alana taşır.



**Diverjans Levha
Sınırları
(Genişleme)**

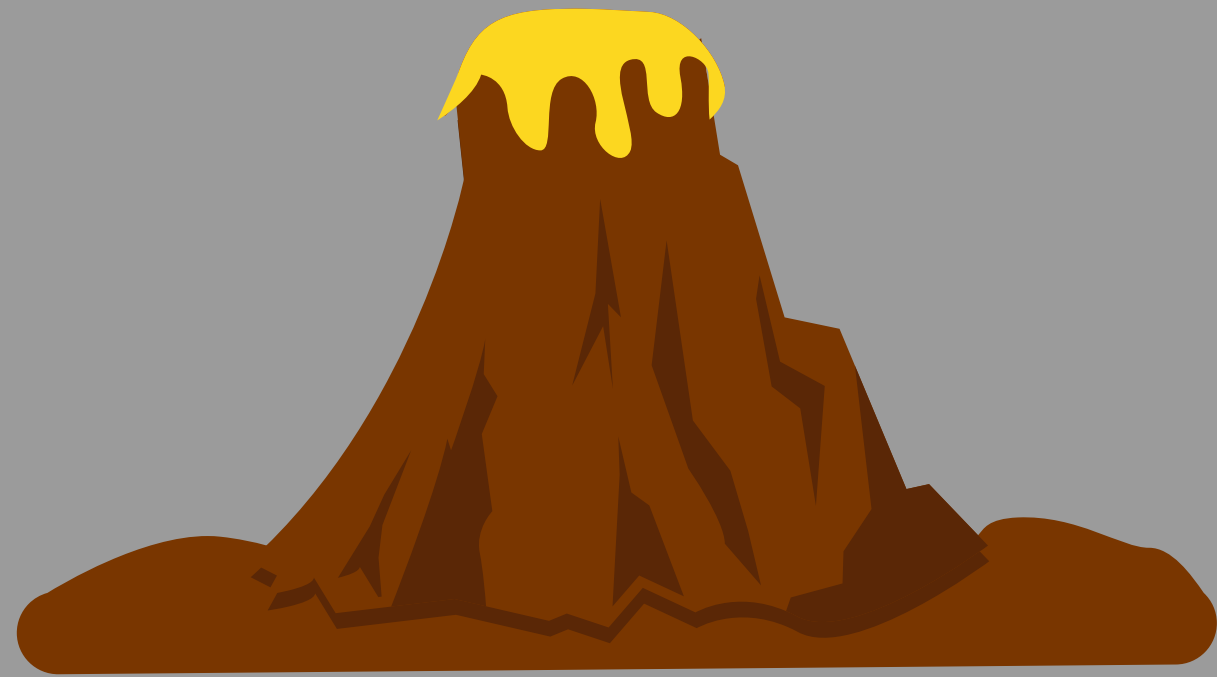


**Konverjan Levha
Sınırları
(Kısalma)**



**Transform Levha
Sınırları**

Volkanik Kökenli Depremler



Volkanik depremler; manto içindeki erimiş ya da ısınmış maddenin yüzeye çıkması sırasında meydana gelen volkanik patlamalar sonucu gerçekleşen depremlerdir [8].

Türkiye’de aktif yanardağ bulunmadığından bu tip depremler meydana gelmez [1]. Japonya ve İtalya da ise bu deprem tipinin örneklerini görmek mümkündür.

Aralık 2018'de Etna yanardağının tekrar hareketlenmesi sonucunda en şiddetlisi 4.8 olan yüzlerce deprem meydana geldi [9].

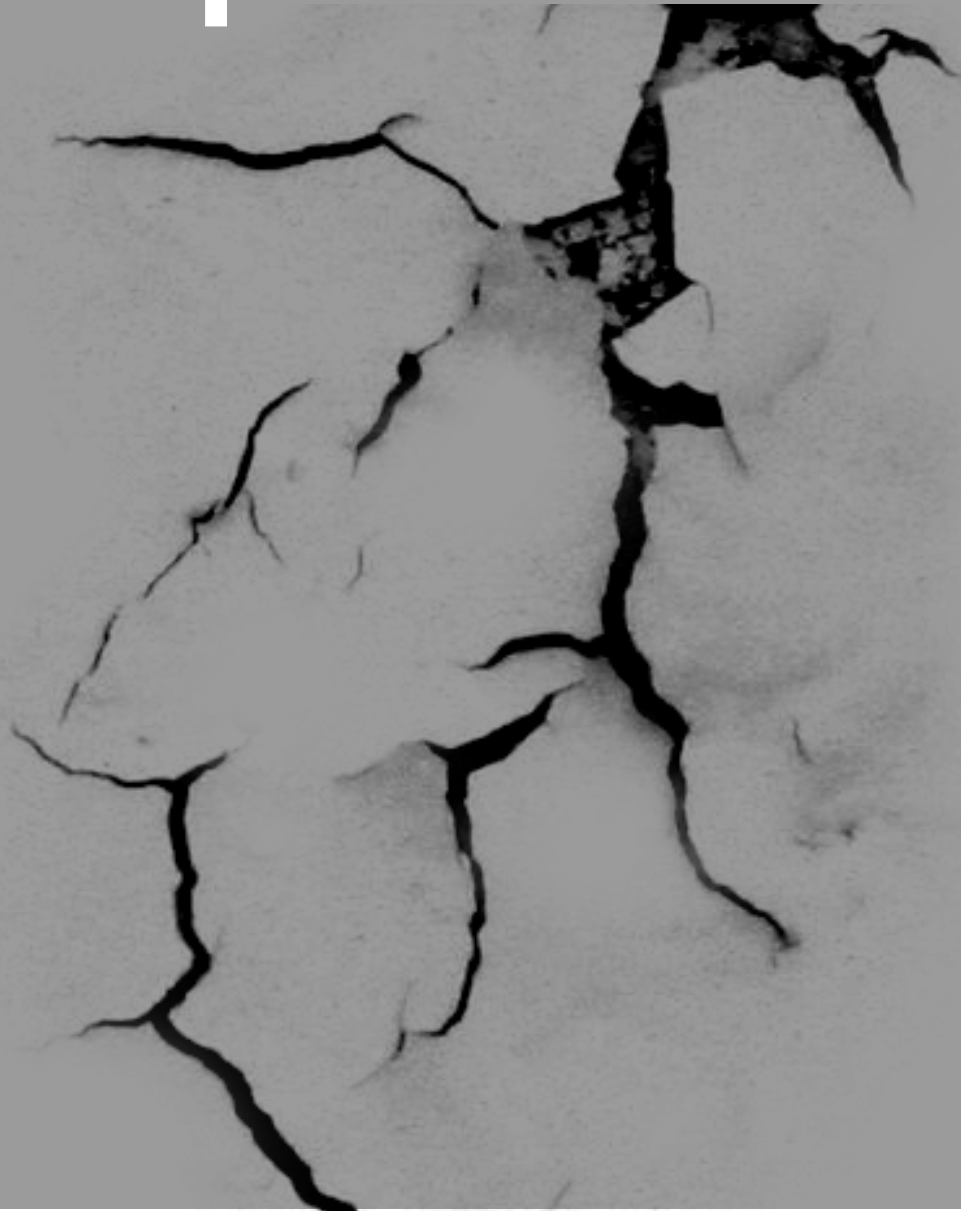
Çöküntü veya Karstik Kökenli Depremler

Çöküntü depremleri, yer altındaki boşlukların çökmesi sonucu meydana gelen depremlerdir. Bu tür depremler genellikle mağara çökmesi, maden kazısı sırasında boşalan yeraltı boşlukları veya yeraltı suyunun aşındırması sonucu oluşan oyukların çökmesi gibi durumlarda meydana gelir.

Bu tip depremlerin etki alanları tektonik depremlere göre dardır[10].

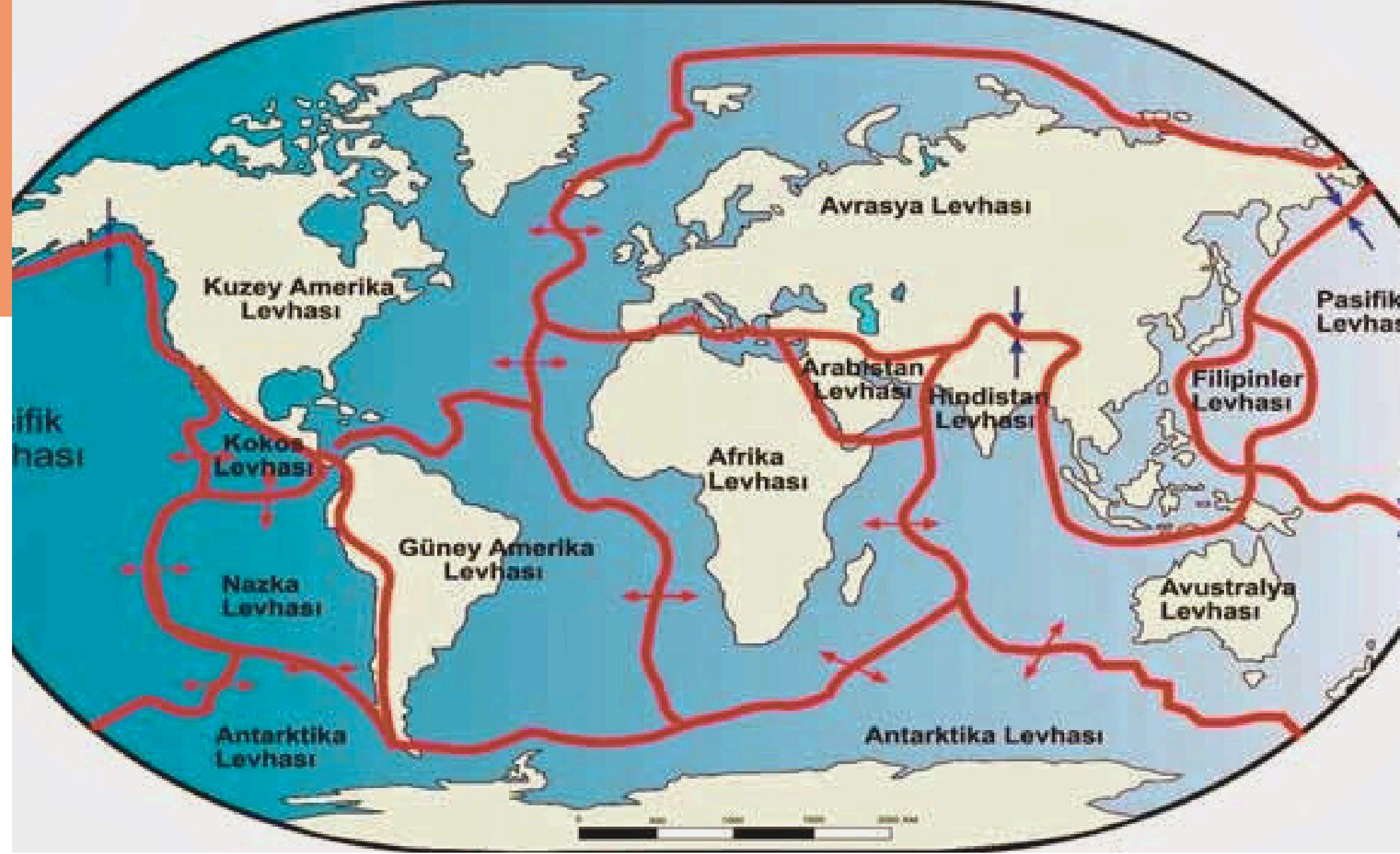
1995 tarihinde **6.1** şiddetindeki Dinar depremi Türkiye'nin ilk çöküntü tipi depremidir [10].

Bu depremde can kaybı sayısı **94**'tür.



Dünya Levha Haritası

Levhaların hareketinden dolayı oluşan depremlere tektonik depremler denir. Yeryüzünde gerçekleşen depremlerin %90'ı tektonik depremlerdir [1].



Levhalar Dünya'nın yüzeyinde hareket ederler. Bu hareketler, depremler, volkanizma, dağ oluşumu gibi jeolojik olaylara neden olabilir. Dünya'mız büyük levhalar barındırır. Bu büyük levhalar arasında Pasifik Levhası, Kuzey Amerika Levhası, Güney Amerika Levhası, Afrika Levhası, Avrasya Levhası ve Antarktika Levhası gibi büyük plakalar bulunmaktadır. Bu plakalar arasındaki sınırlara fay hattı denir, jeolojik aktivitenin yoğun olduğu bölgeler olarak bilinir [4].

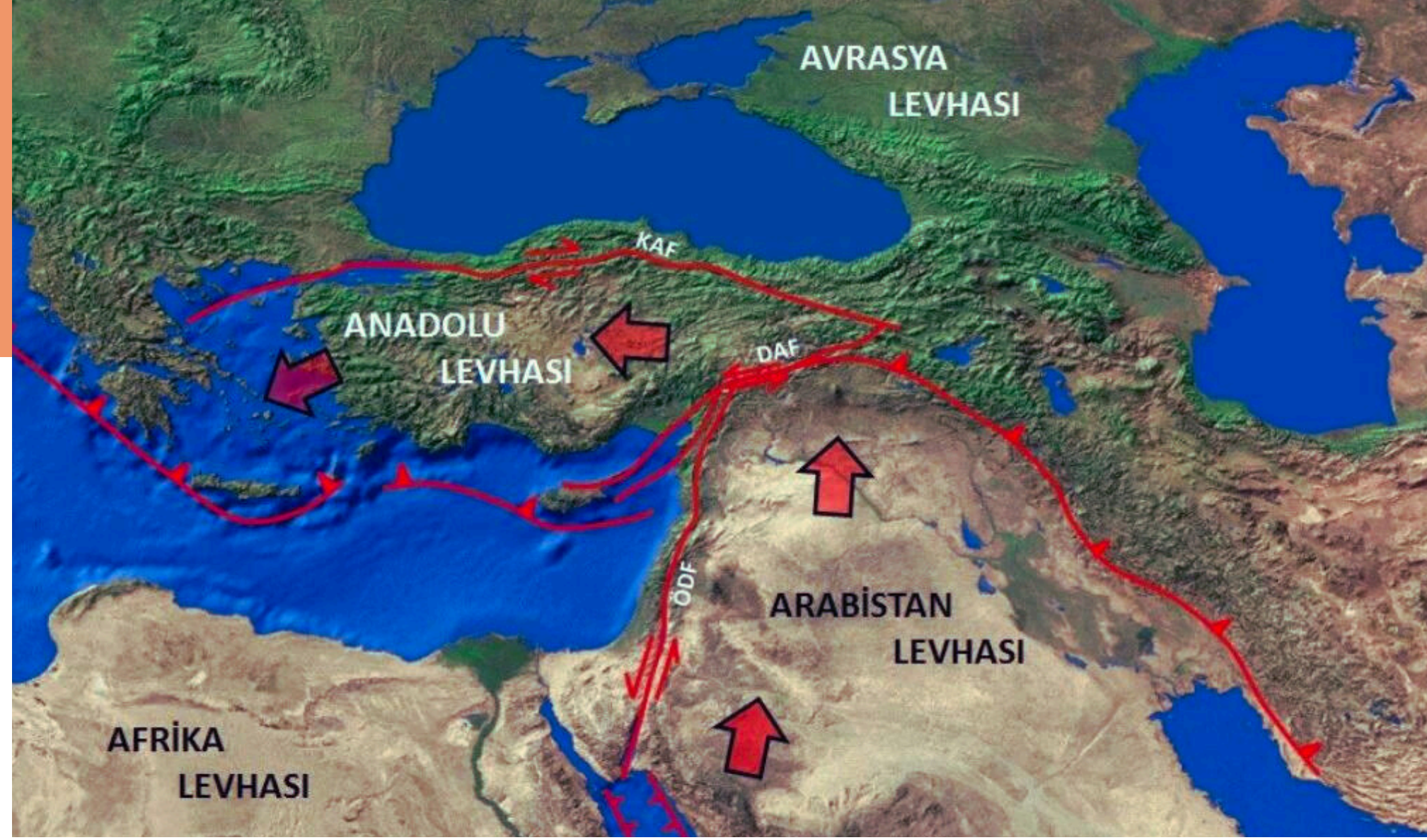
Türkiye Levha Haritası

Türkiye, 4 farklı plakanın etkileşimi nedeniyle deprem riski yüksek bir bölgedir.

Anadolu Plakası Türkiye'nin çoğunluğunu kaplar. Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı ve Güney Anadolu Fayı gibi önemli fay hatlarını içerir [5].

Anadolu Plakası'nın kuzeyinde yer alan Avrasya Plakası, Türkiye'nin kuzeyindeki Karadeniz bölgesini de kapsar. Avrasya Plakası, Anadolu Plakası ile çarpışarak Türkiye'nin kuzeyinde dağ oluşumunu ve depremleri tetikler.

Arabistan Plakası, Türkiye'nin güneydoğusunda bulunur, Türkiye'nin güneydoğusunda sınırlı ölçekte depremlere neden olabilir.



Pangaea Teorisi

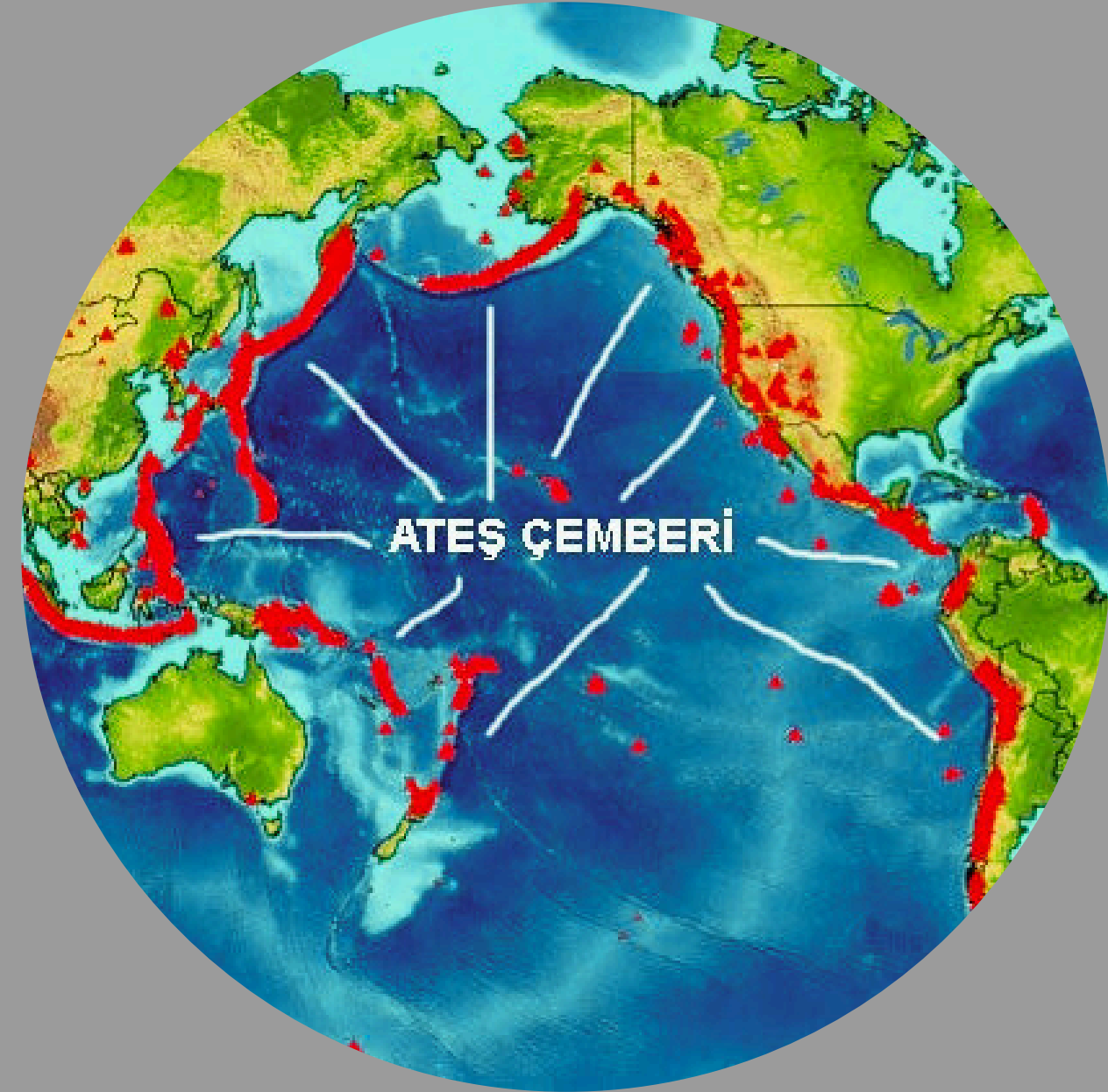


Kıtaların kayması teorisi 1912 yılında Alfred Wegener tarafından öne sürüldü. Bu teoriye göre, Paleozoik ve Mezozoik dönemler arasında, tüm kıtalar Pangaea adı verilen tek bir kıtadan oluşuyordu. Bu tek kıta, jeolojik süreçlerle parçalandı ve günümüzdeki kıtalara ayrıldı. Bu teorinin öne sürülmesinin en önemli sebepleri aynı türün fosillerinin, farklı kıtaların yakın kıyılarında bulunması ve kıtaların yapboz parçası gibi birbirine uyduğunu farketmesiydi [11].

Depremiň Şiddeti ve Büyüklüğü

Şiddet	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Richter Magnitüdü	4	4.5	5.1	5.6	6.2	6.6	7.3	7.8	8.4

Deprem Kuşakları



Yeryüzünde depremlerin sıklıkla yaşandığı üç ana kuşak bulunmaktadır . Birincisi, Pasifik Deprem Kuşağı'dır. Pasifik Havzasını bir çember gibi çevreleyen volkanik yaylar ve okyanus hendekleri, Ateş Çemberi olarak adlandırılan bölgeyi oluşturur. Aktif volkanların yüzde 75'inin bulunduğu bu kuşak, yeryüzündeki depremlerin yaklaşık %90'ına ev sahipliği yapmaktadır. Japonya, Şili, Meksika ve ABD'nin batısı bu deprem kuşağında yer alır. İkinci kuşak Alp-Himalaya Deprem Kuşağı'dır. Depremlerin yaklaşık %6'sı bu kuşakta gerçekleşmektedir. Türkiye, İtalya, İran, Afganistan ve Nepal bu deprem kuşağında yer alır. Üçüncü kuşak ise Atlas Okyanusu'nun ortasındaki levha sınırlarında yer alan Atlantik Deprem Kuşağı'dır [12].

Dünya'da Deprem

22 Mayıs 1960 tarihinde Şili'de **9,2** büyüklüğünde tarihin en şiddetli depremi olarak kayıtlara geçmiştir. 1.655 kişi bu depremde hayatını kaybetti. Deprem sonucu oluşan tsunami Hawaii, Japonya ve Filipinleri etkiledi.

26 Aralık 2003'te İran'da meydana gelen deprem **6.6** büyüklüğünde olup 26 binden fazla kişinin ölümü ile sonuçlandı [14].

26 Aralık 2004 tarihinde Endonezya'da gerçekleşen deprem **9.1** büyüklüğünde olup yaklaşık 10 dakika sürdü. Bu yıkıcı deprem 14 ülkeyi etkiledi ve 165 binden fazla kişinin yaşamına yitirmesine sebep oldu [14].

11 Mart 2011 tarihinde Japonya'da gerçekleşen büyüklüğü **9.0** olan bu deprem ise en büyük 4. deprem olarak kayıtlara geçmiştir. 19 bin can kaybı yaşanırken, Fukuşima Nükleer Santralinde de sızıntı meydana geldi.

27 Şubat 2010'da Şili'de meydana gelen **8,8** büyüklüğündeki deprem, tarihin en büyük 6. depremi olup 500'den fazla kişi hayatını kaybetmesine sebep olmuştur.

8 Ekim 2005 tarihinde Pakistan'da **7.6** büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiş ve 70 binden fazla ölüme sebep olmuştur[14].

Türkiye’de Deprem

Türkiye’deki en büyük deprem **7.9** büyüklüğünde, 10-11 şiddetinde, 27 Aralık 1939 yılında Erzincan’da gerçekleşmiştir. Can kaybı 32.968 olup hasarlı bina sayısı 116.720'dir.

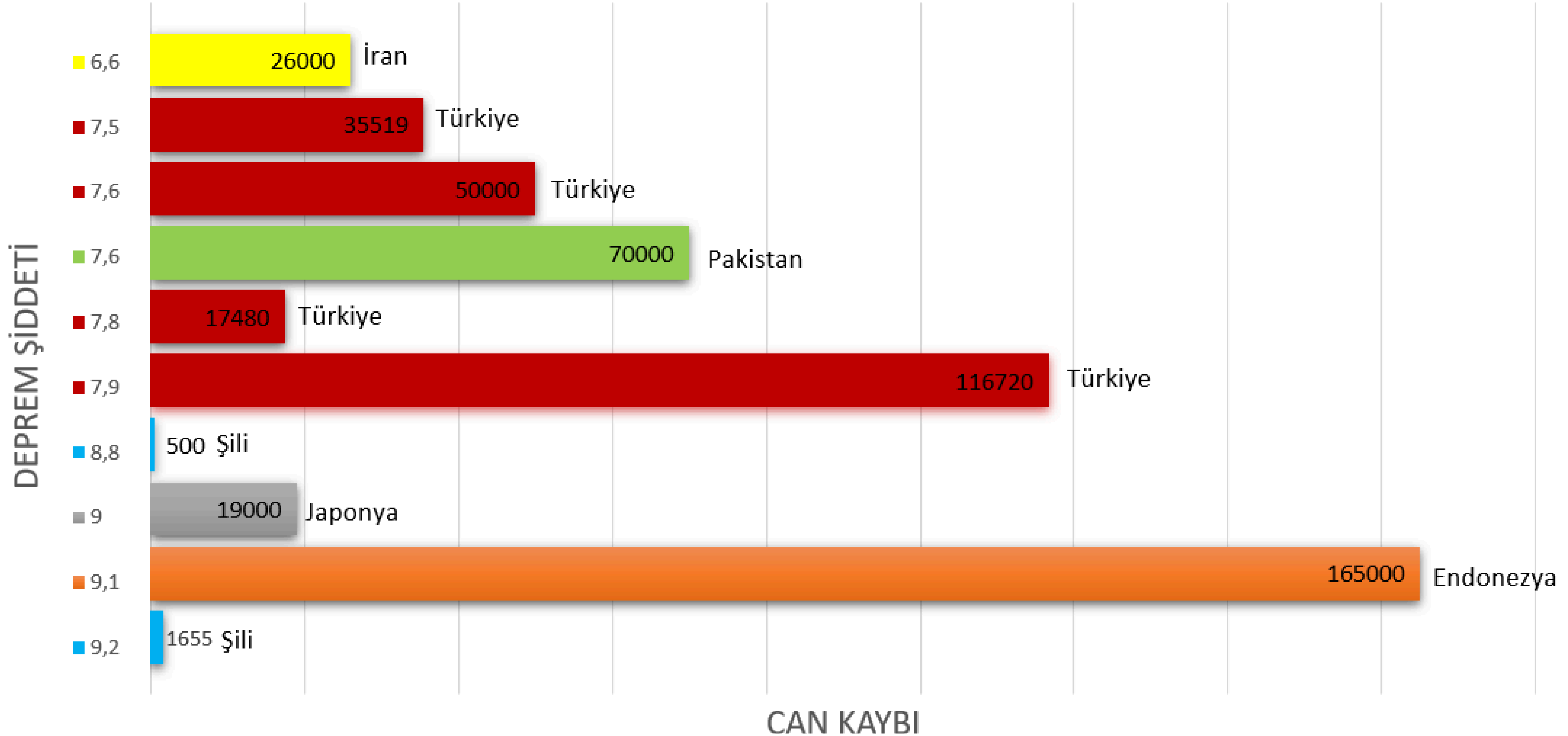
17 Ağustos 1999 yılında Gölcük (Kocaeli) depreminde ise depremin büyüklüğü **7.8** ve şiddeti 10 olup can kaybı 17.480'dir. İstanbul’da 454 kişi, Bursa ilinde 10 kişi, Eskişehir ilinde 33 kişi direkt depreme bağlı vefat etmiştir. 73.342 binanın ise hasarlı olduğu kayıtlara geçmiştir.

6 Şubat 2023'te Kahramanmaraş’ta meydana gelen deprem **7.6** büyüklüğündedir. Ölü sayısı 2023 Mart ortasına kadar yaklaşık 50.000 kişi olup binlerce kişi hala kayıptır.

12 Kasım 1999'da ise Düzce’de meydana gelen **7.5** büyüklüğündeki depremin şiddeti 9'dur. 763 kişi vefat ederken hasarlı yapı sayısı 35.519'dur.

24 Kasım 1976'da **7.5** büyüklüğünde Van’da meydana gelen depremde ise 3.840 kişi vefat etmiştir. Depremin büyüklüğü 9 olarak ölçülmüştür.

Deprem Hasarının Karşılaştırılması



Araştırmanın Önemini

Türkiye'nin deprem riski, hem coğrafi hem de demografik açıdan ciddi bir öneme sahiptir. Ülkenin %93'ü deprem bölgelerinde yer alırken, nüfusun %98'i bu bölgelerde yaşamaktadır. Ayrıca, sanayi tesislerinin %98'i bu tehlikeli bölgelerde konumlanmıştır. Türkiye'deki barajların %95'i de deprem hatları üzerinde yer almaktadır. Üstelik, ülkedeki 1.001 enerji santralının 419'u birinci derece deprem bölgelerinde bulunmaktadır [15]. Bu verilere dayanarak, Türkiye'nin yapı stoğuyula ilgili durum endişe vericidir. Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliğı'nin 2018 yılında yaptığı bir basın açıklamasına göre, özellikle İstanbul başta olmak üzere Türkiye'nin yapı stoğunun %60'ı kaçak yapılarla doludur. Bu durum, olası bir depremde ciddi can ve mal kayıplarına neden olabilecek potansiyel bir risk faktörü olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle, deprem önlemlerinin güçlendirilmesi ve yapı stoğunun güvenli hale getirilmesi önemli bir aciliyet taşımaktadır.

Literatür Taraması

2005 yılında Kömür ve Altan'ın yaptığı Deprem Hasarı Gören Binaların Hasar Tespitinde Bulanık Mantık isimli çalışmada deprem hasarı almış yapıların hasar tespitinde bulanık mantık yaklaşımı kullanılmıştır. Deprem sonrası hasar görmüş yapının, hasar tespitinde katlar arası kalıcı yerdeğiştirme ve karakteristik beton basınç dayanımı kullanılmıştır. Bu çalışmada, deprem sonrası hasar görmüş yapıların değerlendirilmesinde kullanılan geleneksel yöntemlerle bulanık mantık yaklaşımının karşılaştırılması yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, bulanık mantık yaklaşımının, kesin ve katı sınırlar yerine insan düşüncesine daha uygun sonuçlar verdiği görülmüştür [16].

Literatür Taraması

2010'da ise Baltacioğlu ve çalışma arkadaşlarının yapmış olduğu Yapıların Deprem Hasarlarının Hızlı Tespitinde Bulanık Kural Tabanlı Uzman Sistemlerin Kullanımı çalışmasında ise girişler yapının kat sayısı, perde varlığı, kolonlarda çatlak olup olmadığı, temel tipi, zemin sınıfı, beton kalitesi gibi değişkenlerdir. Yapının hasar durumu ve düzeyi, yapının kaç büyüklüğündeki bir depremde göçme sınırına ulaşacağı, yapının güvenliği ise çıkışlardır. Bu çalışma deprem sonrası veya olası bir depremde yapı hakkında hızlı bir karara ihtiyaç duyulduğunda kullanılması amaçlanmıştır [17].

Literatür Taraması

2015 yılında Sünbül, Uzun ve Erkaymaz'ın yaptığı Zemin Sıvılaşma Potansiyelinin Bulanık Mantık ile Modellenmesi çalışmasında ise deprem hasarında büyük rol oynayan zemin tipi belirlenmesi amaçlanmaktadır. Giriş değerleri kil yüzdesi ve yer altı su seviyesidir. Mamdani çıkarımı kullanılan çalışmanın çıkış değeri ise sıvılaşmadır. Geliştirilen modelin tahminlerinin güvenilirliğini değerlendirmek için klasik yöntemlerle elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, geliştirilen modelin klasik yöntemlerle elde edilen sonuçları yüksek oranda tahmin edebildiği ve sıvılaşma analizinin bu model kullanılarak başarılı bir şekilde tahmin edilebileceği belirlenmiştir [18].

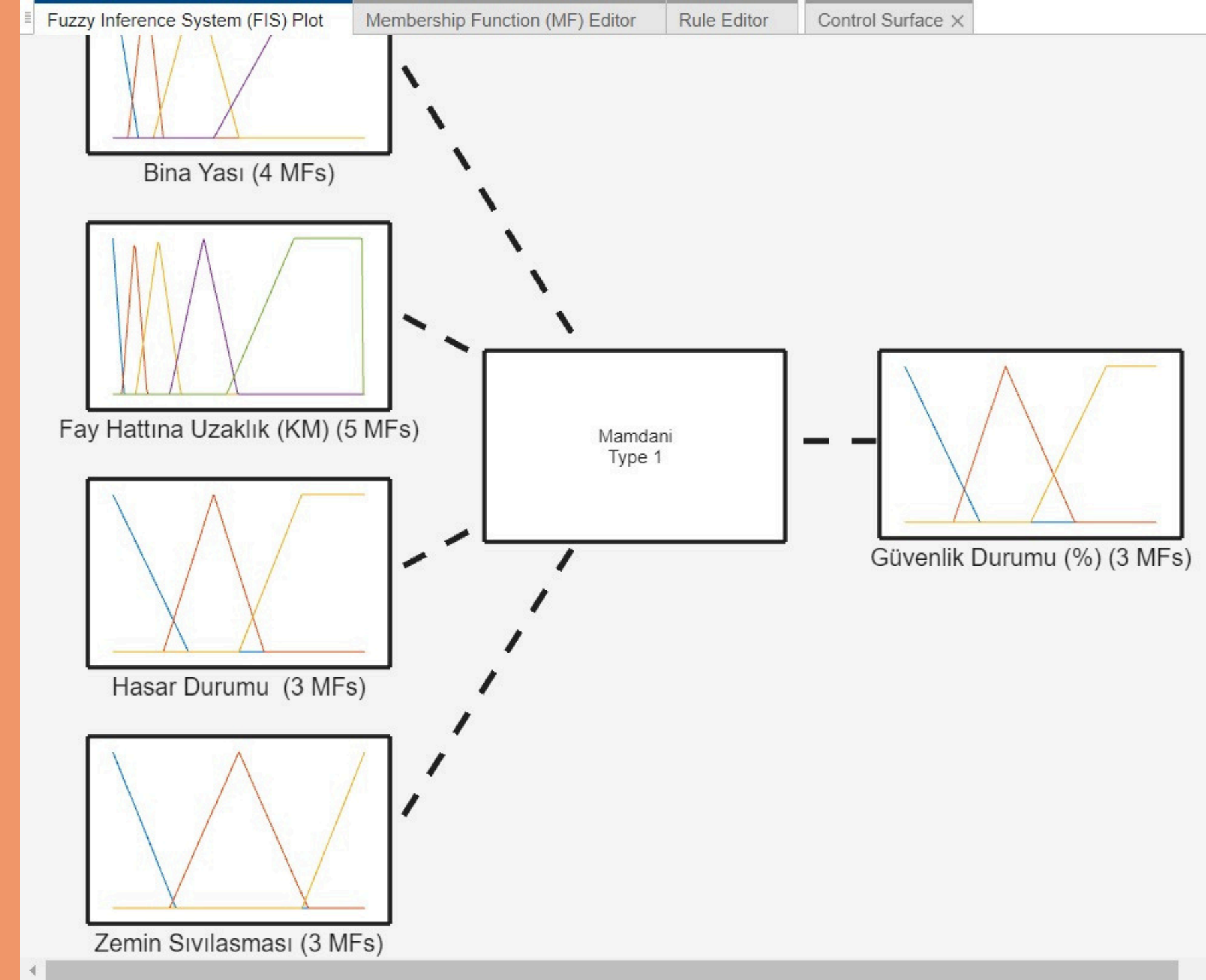
Depremi Yapılara Etkisinin Bulanık Mantık ile Değerlendirilmesi

Bu çalışmada, yapı güvenliği üzerine bulanık mantık yöntemi kullanılarak bir analiz gerçekleştirilmiştir. Projede; bina yaşı, fay hattına uzaklık, zeminin sıvılaşması ve yapının hasar durumu verileri giriş olarak dikkate alınarak bir model oluşturulmuştur. Bu model, belirtilen girdi verileri kullanılarak yapının güvenliliği hakkında bir çıkarımda bulunur. Bulanık mantık, kesin sınırlar yerine belirsizliklerle başa çıkmak için ideal bir yöntemdir ve bu çalışmada da bu belirsizliklerin dikkate alınması için tercih edilmiştir. Bu alışma, yapı güvenliği analizinde bulanık mantık yönteminin etkinliğini göstermektedir. Çalışma da Matlab Fuzzy Logic ToolBox programı kullanılarak yapıların güvenliğini bulanık mantık yöntemi ile hesaplayan bir model oluşturulmuştur. Modeli tasarlamadan önce kullanılacak giriş ve çıkış verileri sisteme uygun hale getirilmiştir.

MATLAB

Bu çalışmada daha iyi sonuç alabilmek için bulanık mantık çıkarım yöntemlerinden Mamdani yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada 4 giriş değişkeni olup 1 çıkış değişkenimiz bulunmaktadır. Giriş değişkenleri bina yaşı, fay hattına uzaklık, binanın hasar durumu ve zemin sıvılaşması kullanılmıştır. Çıkış değişkeni ise binanın güvenlik durumudur.

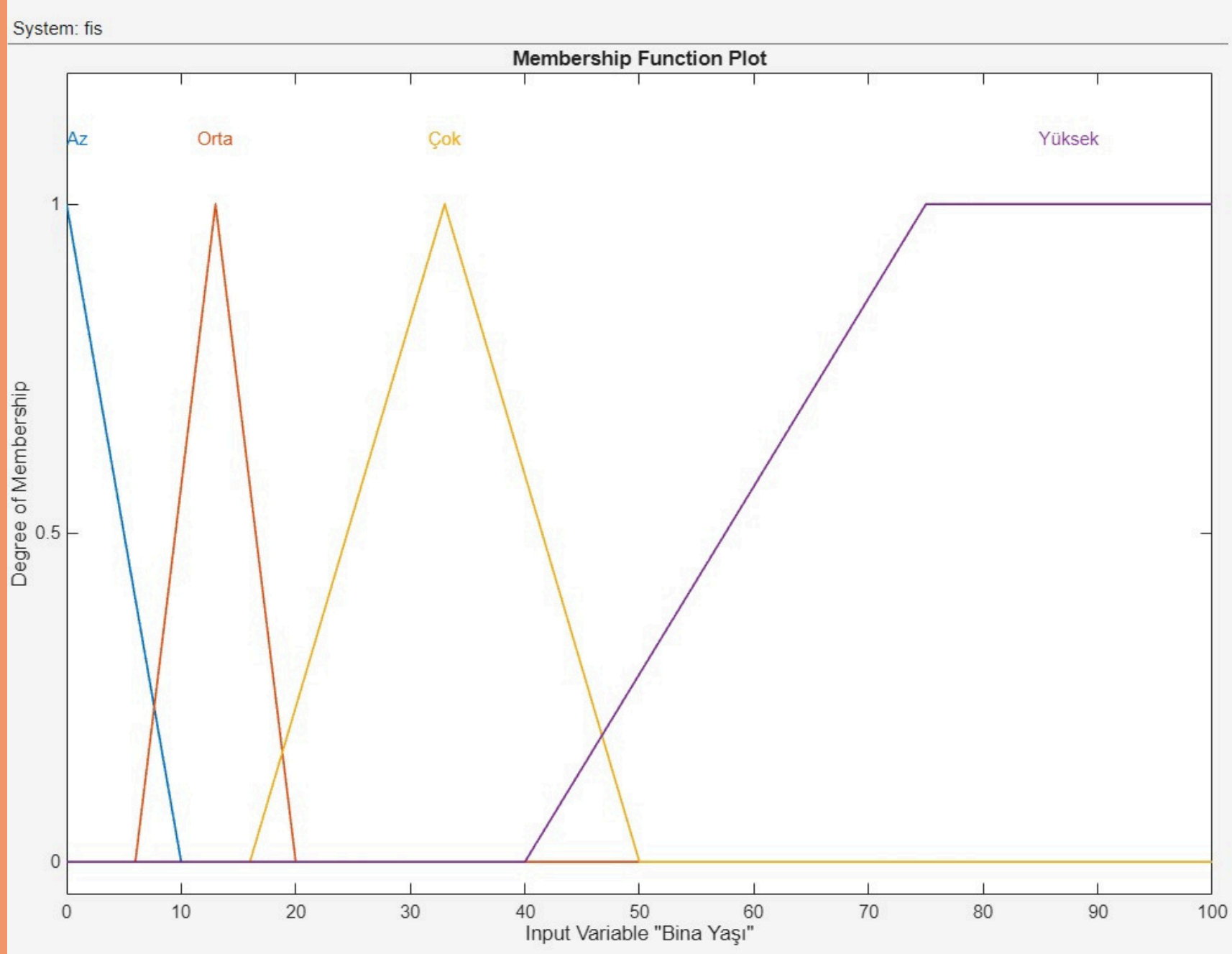
Toplam 180 kural bulunmaktadır.



	Name	Range	Number of MFs
1	Bina Yaşı	[0 100]	4
2	Fay Hattına Uzaklı...	[0 1110]	5
3	Hasar Durumu	[0 100]	3
4	Zemin Sıvılaşması	[0 20]	3

GİRİŞ DEĞİŞKENLERİ





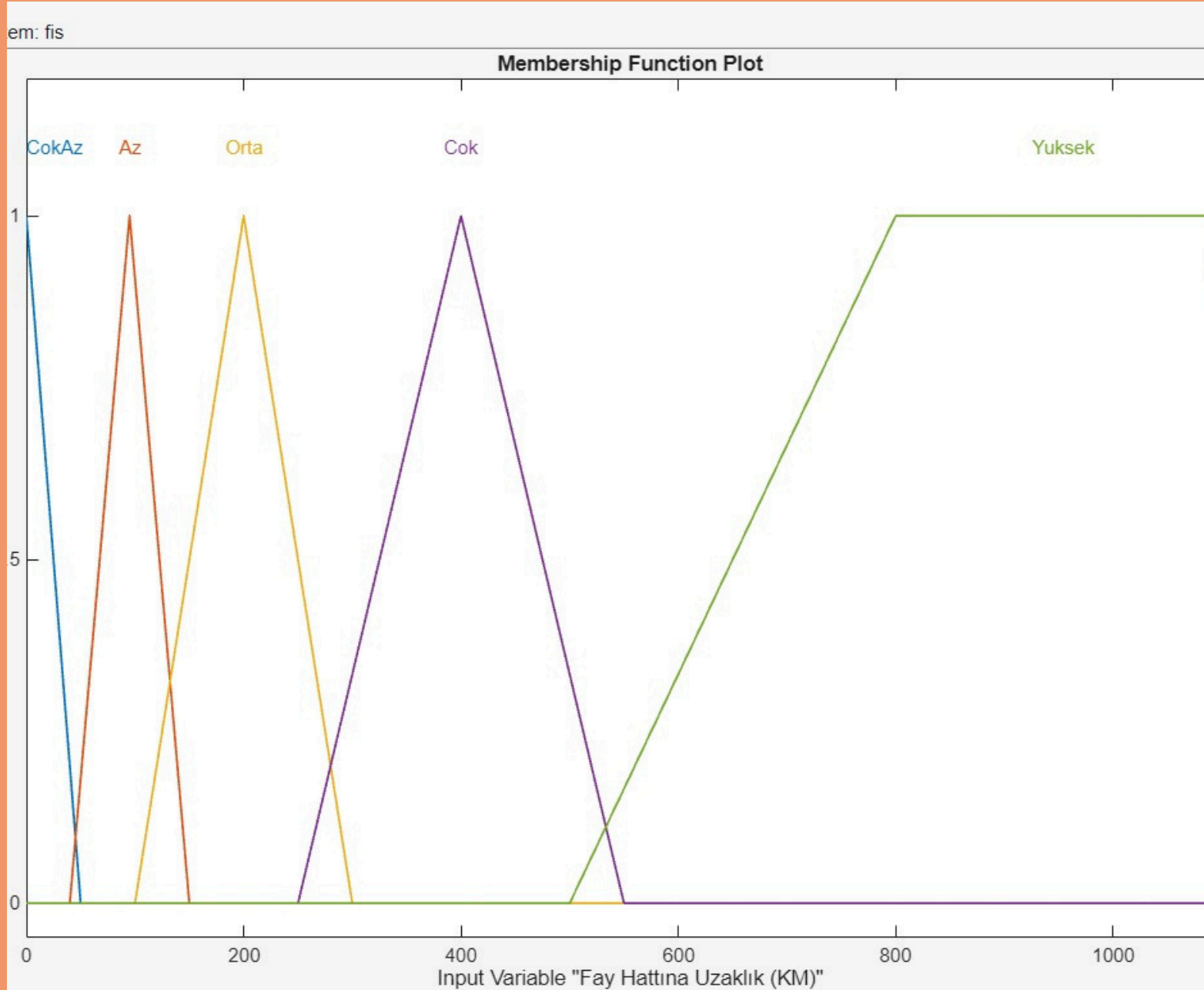
Bina Yaşı

Daha eski binalar genellikle modern yapı standartlarına uymamaktadır. Yapı malzemelerinin eskimesi , sivilaşması veya çürümesi, bu binaların depreme karşı dayanıklılığını azaltır.

Binaların yaşlarına göre aşınma değerleri kaynak 19'dan esinlenerek ele alınmıştır.

Değişkenler 4 dilsel ifade ile oluşturulmuştur. Az 0-10, orta 6-20, çok 16-50, yüksek 40-100 aralığını kapsamaktadır.

Name	Type	Parameters
Az	Triangular ▼	[0 0 10]
Orta	Triangular ▼	[6 13 20]
Cok	Triangular ▼	[16 33 50]
Yukse	Trapezoi... ▼	[40 75 100 100]



Fay Hattına Uzaklık

Fay hattına yakın olan yapılar, depremin etkilerinden daha fazla etkilenme eğiliminde iken fay hattına uzak olan yapılar depremden daha az etkilenmektedir.

Türkiye'den geçen en uzun fay hattı olan Kuzey Anadolu Fay hattı uzunluğu baz alınmıştır.

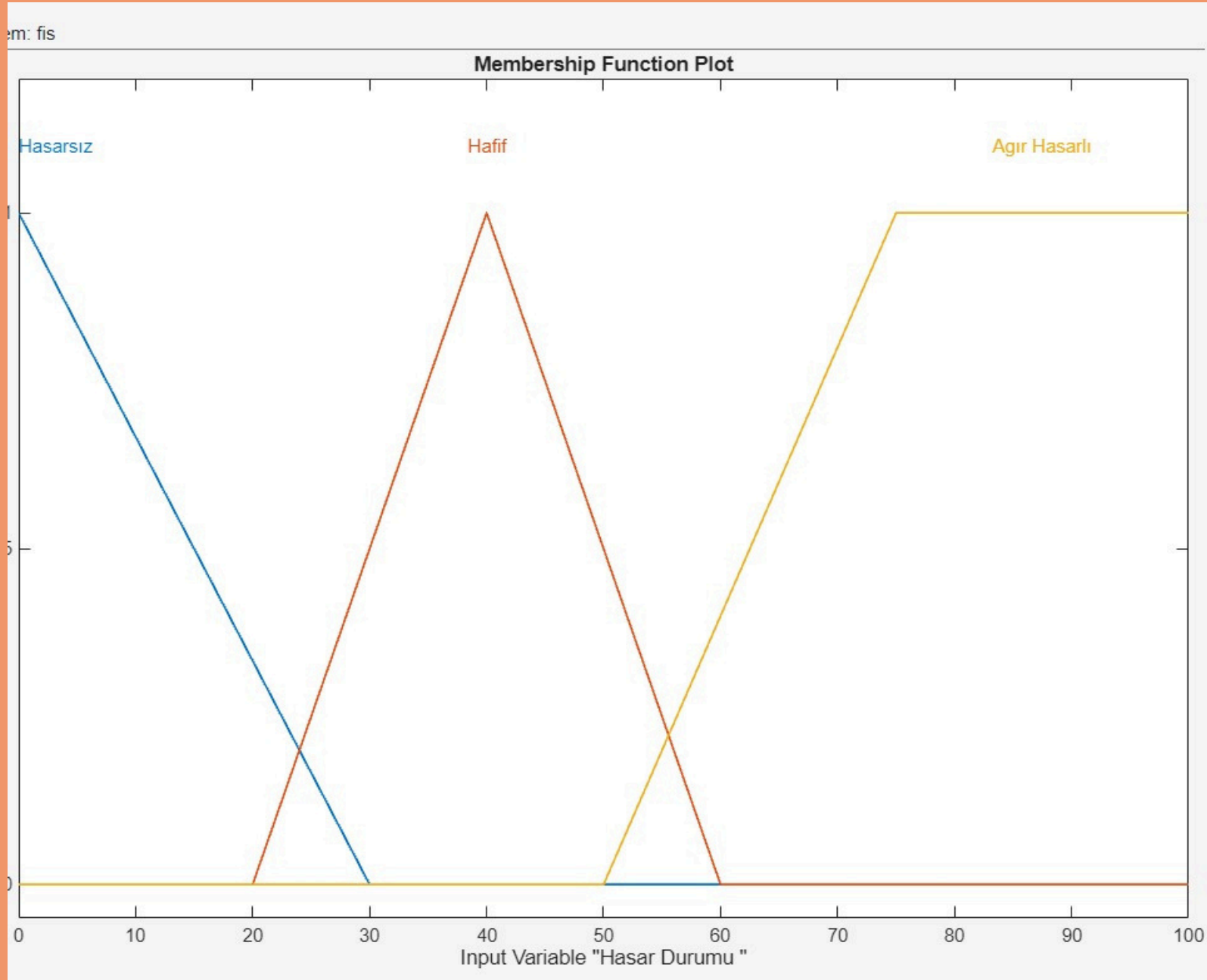
Değişkenleri ifade etmek için 5 dilsel değişken kullanılmıştır. Çok az 0-50km, az 40-150km, orta 100-300km, çok 250-550km ve yüksek 500-1100km olarak belirlenmiştir.

Name	Type	Parameters
CokAz	Triangular ▼	[0 0 50]
Az	Triangular ▼	[40 95 150]
Orta	Triangular ▼	[100 200 300]
Cok	Triangular ▼	[250 400 550]
Yuksek	Trapezoi... ▼	[500 800 1100 1100]

Hasar Durumu

Önceden hasarlı bir yapının deprem sırasında çökme veya yıkılma riski çok daha yüksektir. Bu durum insanların can güvenliğini ciddi şekilde tehdit eder. Hasarlı yapılar, deprem sırasında en büyük tehlike kaynaklarından biridir, bu nedenle bu binaların kontrollü yıkılması önemlidir.

Değişkenler 3 dilsel ifade kullanarak oluşturulmuştur. Hasarsız 0-30, hafif 20-60, Ağır hasarlı ise 50-100 aralığını kapsamaktadır.



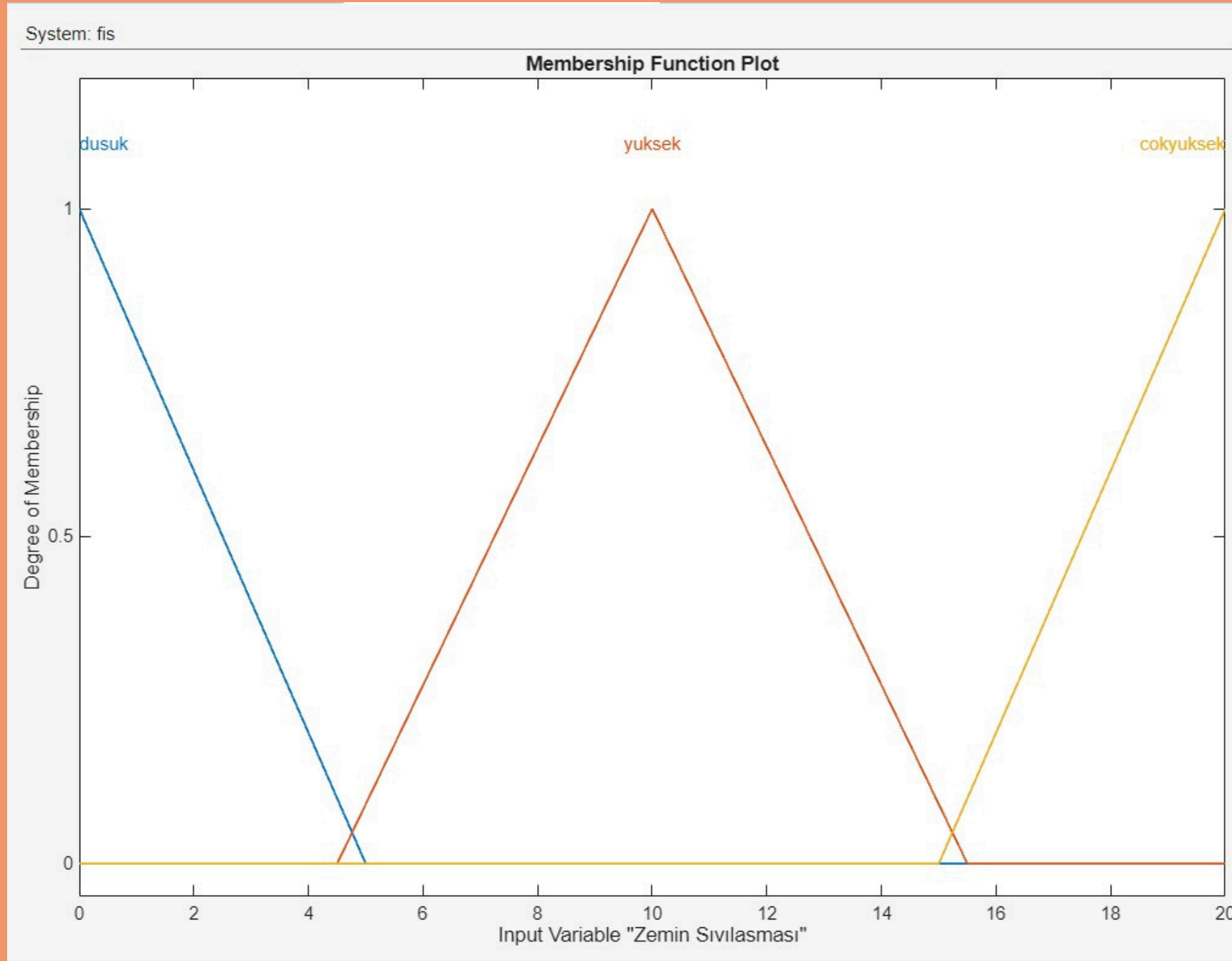
Name	Type	Parameters
Hasarsız	Triangular ▼	[0 0 30]
Hafif	Triangular ▼	[20 40 60]
Ağır Hasarlı	Trapezoi... ▼	[50 75 100 100]

Zemin Sıvılaşması

Sıvılaşan zeminler, yapıların temellerini destekleyemez hale gelir ve yapılar üzerinde ciddi hasarlara neden olabilir. Yapıların yerinden oynaması, eğilmesi, çatlaması veya çökmesi gibi sonuçlarla sonuçlanabilir.

Çalışmada değerleri belirlerken Sünbül, Uzun ve ErKaymaz'ın çalışması baz alınmıştır [18].

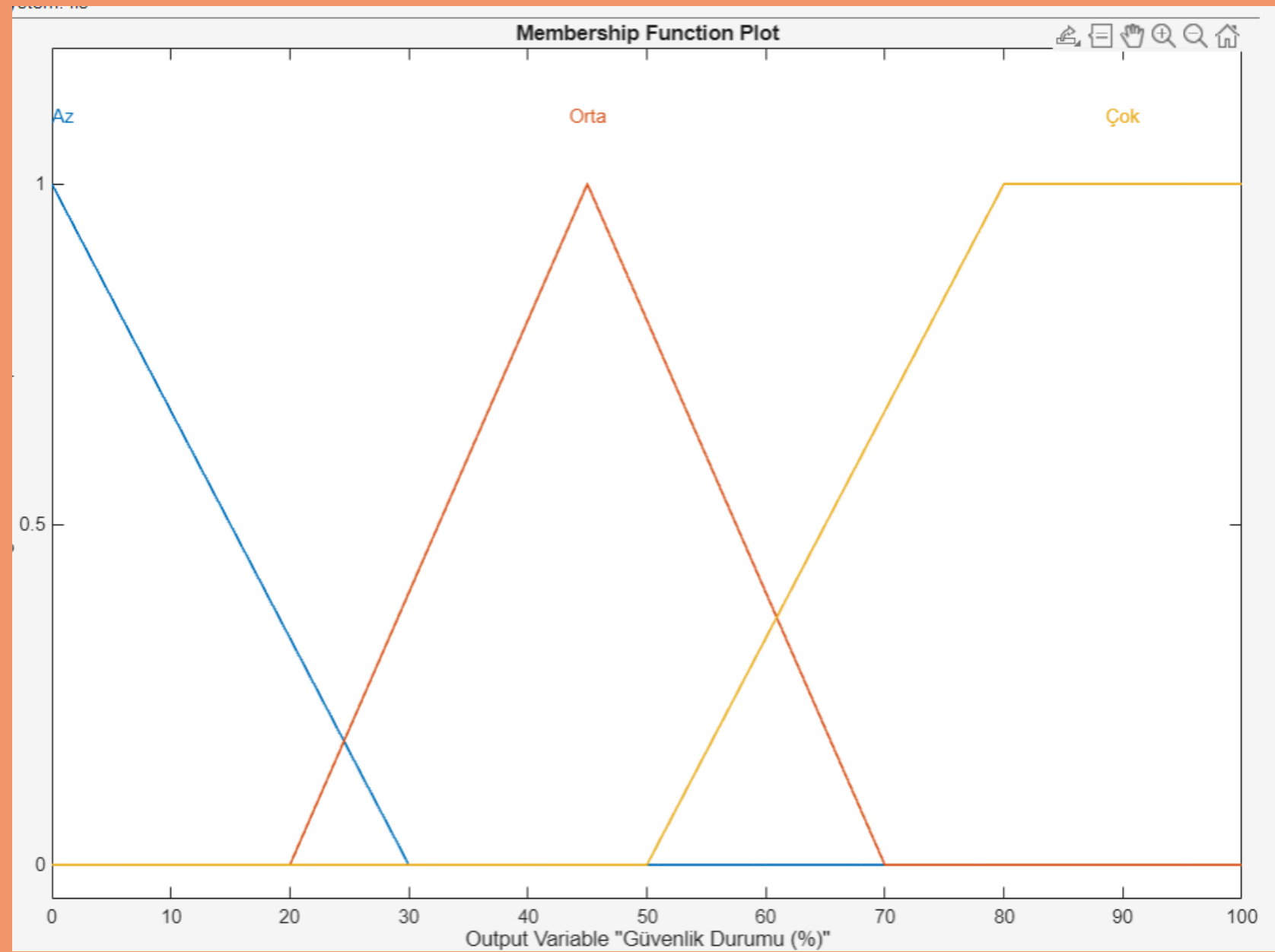
3 dilsel ifade kullanarak bu değişkenler oluşturulmuştur. Düşük 0-5 aralığında iken, yüksek 4.5-15.5, Çok yüksek ise 15-20 arasındadır.



Name	Type	Parameters
dusuk	Triangular ▼	[0 0 5]
yuksek	Triangular ▼	[4.5 10 15.5]
cokyuksek	Triangular ▼	[15 20 20]

ÇIKIŞ DEĞİŞKENLERİ





Güvenlik Durumu

Bu çıkış değişkeni, aldığı giriş değerlerini işleyerek yapının ne kadar güvenli olduğu bilgisini gösterir.

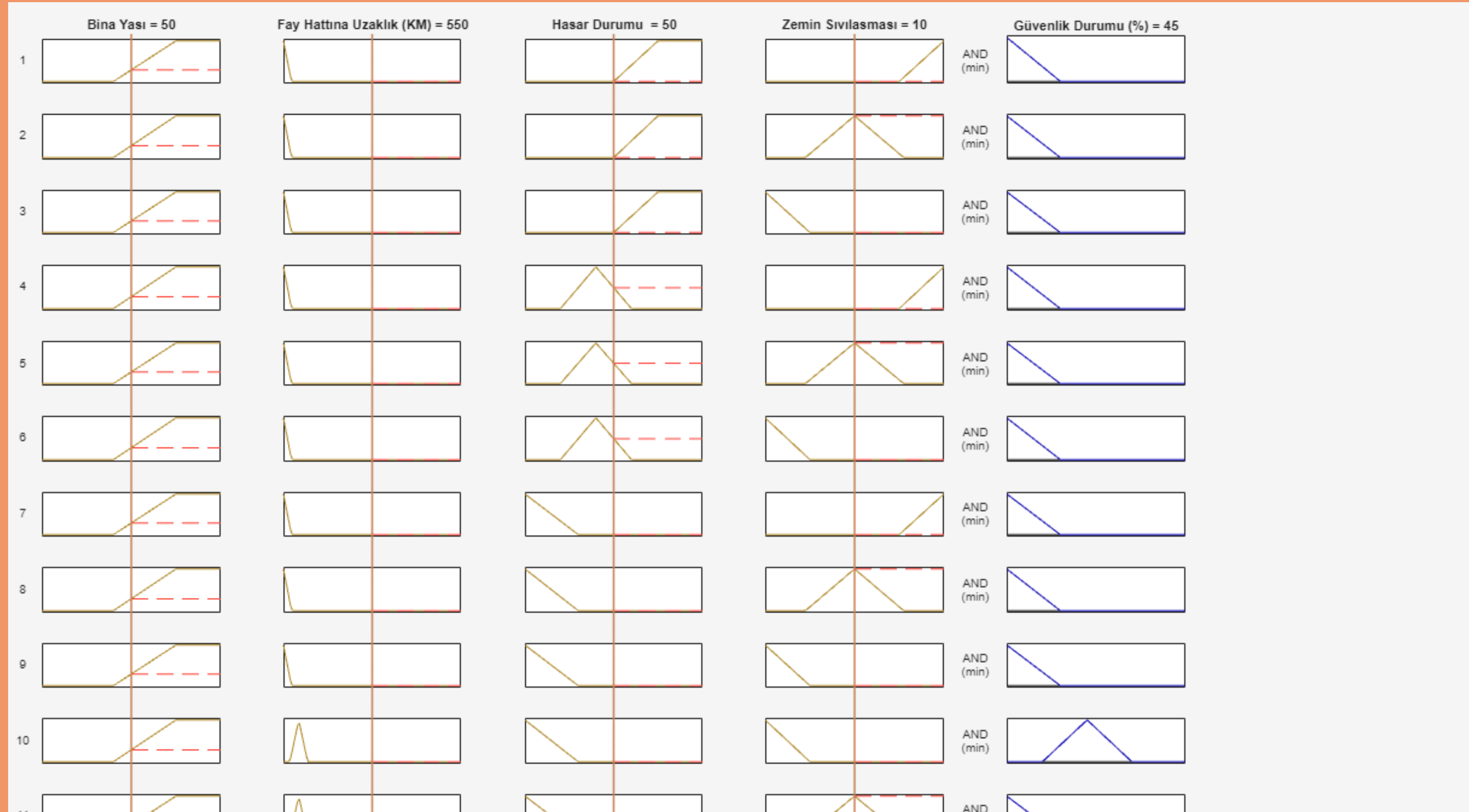
Bu değişkenleri ifade etmek için 3 dilsel değişken kullandık. Az 0-30, orta 20-70 ve çok 50-100 aralığını kapsamaktadır.

Name	Type	Parameters
Az	Triangular ▼	[0 0 30]
Orta	Triangular ▼	[20 45 70]
Çok	Trapezoi... ▼	[50 80 100 100]

BAZI KURALLAR

164	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Cok and Hasar Durumu is Hasarsız and Zemin Sıvılasmas...	1	rule164
165	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Cok and Hasar Durumu is Hasarsız and Zemin Sıvılasmas...	1	rule165
166	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Cok and Hasar Durumu is Hafif and Zemin Sıvılasması is ...	1	rule166
167	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Cok and Hasar Durumu is Hafif and Zemin Sıvılasması is ...	1	rule167
168	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Cok and Hasar Durumu is Hafif and Zemin Sıvılasması is ...	1	rule168
169	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Cok and Hasar Durumu is AgırHasarlı and Zemin Sıvılasma...	1	rule169
170	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Cok and Hasar Durumu is AgırHasarlı and Zemin Sıvılasma...	1	rule170
171	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Cok and Hasar Durumu is AgırHasarlı and Zemin Sıvılasma...	1	rule171
172	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Yuksek and Hasar Durumu is Hasarsız and Zemin Sıvılas...	1	rule172
173	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Yuksek and Hasar Durumu is Hasarsız and Zemin Sıvılas...	1	rule173
174	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Yuksek and Hasar Durumu is Hasarsız and Zemin Sıvılas...	1	rule174
175	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Yuksek and Hasar Durumu is Hafif and Zemin Sıvılasması ...	1	rule175
176	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Yuksek and Hasar Durumu is Hafif and Zemin Sıvılasması ...	1	rule176
177	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Yuksek and Hasar Durumu is Hafif and Zemin Sıvılasması ...	1	rule177
178	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Yuksek and Hasar Durumu is AgırHasarlı and Zemin Sıvıla...	1	rule178
179	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Yuksek and Hasar Durumu is AgırHasarlı and Zemin Sıvıla...	1	rule179
180	If Bina Yası is Az and Fay Hattına Uzaklık (KM) is Yuksek and Hasar Durumu is AgırHasarlı and Zemin Sıvıla...	1	rule180

Bulanık Çıkarım ve Durulaştırma İşlemi



Giriş değerleri [50 550 50 10] olan bir yapı güvenliğinin durulaştırma işlemi sonucudur.

TARTIşMA VE SONUÇ

Bu alışma yapıların güvenlik durumunu ölçmek için hazırlanmıştır. Depremlerden sonra bir uzman görüşü alınması, hızlı karar verilmesi gereken durumlarda, sınırlı verilerle çalışabilir. Depremler olmadan önce ise yapının güncel güvenliğini ölçmek için kullanılabilir. Elde edilen bulgular, geliştirilen modelin klasik yöntemlerle elde edilen verilerle kıyaslandığında tahmin edilebilir sonuçlar sunduğunu göstermektedir. Ayrıca, bulanık mantık modelinin kullanımıyla yapı güvenlik durumunun başarılı bir şekilde tahmin edilebileceğı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, bulanık mantık yaklaşımının yapısal mühendislikte, deprem risk analizlerinde ve yapıların güvenliğinin belirlenmesinde etkili bir yöntem olabileceğini göstermektedir.

ÖNERİLER

- Çalışmada 4 ölçüt ve her birinde 3-5 aralığında alt ölçüt kullanılmıştır. Ölçüt sayısını arttırarak ve ağırlıkları değiştirerek daha objektif ve verimli bir sistem tasarlanabilir.
- Birden fazla bulanık küme kullanılarak daha hassas sonuçlar elde edilebilir.
- Yapılan literatür taraması ve araştırma sonuçlarına dayanarak, bulanık mantık yöntemiyle başarılı sonuçlar elde edinilebileceği görülmektedir.

KAYNAKÇA

[1]	COŞKUN, İ. Ş. Ç. İ. DEPREM NEDİR VE NASIL KORUNURUZ?. Journal of Yasar University, 2008, 3.9: 959-983.
[2]	ÖZDOĞAN, S. Türkiye'nin deprem bölgeleri. Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, 1993, 2: 53-68.
[3]	https://deprem.aku.edu.tr/depremlerin-olusumu-ve-turleri/#:~:text=Birbirlerini%20iten%20ya%20da%20di%C4%9Ferinin,a%C5%9F%C4%B1ld%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20zaman%20bir%20hareket%20olu%C5%9Fur.
[4]	AKSARI, Dogan. LEVHA TEKTONIGI (PLATE TECTONICS).
[5]	ÖZDOĞAN, S. Türkiye'nin deprem bölgeleri. Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, 1993, 2: 53-68.
[6]	http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/buyuk-depremler/
[7]	https://www.imo.org.tr/TR,149503/tmmob-6-subat-depremleri-8-ay-degerlendirme-raporu-yayimlandi.html
[8]	OKUYAZ, Selda; BALCI, Cennet Şevval. DOĞAL AFETLERDEN DEPREM ÖZELİNDE SAĞLIKLA İLGİLİ HUKUKİ DÜZENLEMELER: 1999'DAN GÜNÜMÜZE. DEPREM, 67.
[9]	https://www.theguardian.com/world/2018/dec/26/mount-etna-magnitude-earthquake-italy-sicily

KAYNAKÇA

[10]	ARDOS, Mehmet. Dinar depremi (Türkiye'de görülen ilk çökme depremi). Coğrafya Dergisi, 1997, 5.
[11]	PEREZ-MALVÁEZ, Carlos ve diğerleri. Alfred Lothar Wegener'in kıtasal teorisinden yeni çıkanlar ve Cuatro. Interciencia , 2006, 31.7: 536-543.
[12]	Cool Earthquake Facts U.S. Geological Survey. https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/coolearthquake-facts . Accessed December 13, 2022.
[13]	https://tr.euronews.com/2023/02/28/dunya-tarihinin-en-siddetli-10-depremi-nerelerde-yasandi
[14]	ÖZTÜRK, Elif Nur YILDIRIM. DÜNYADAN ÖRNEKLER EŞLİĞİNDE BÜYÜK DEPREMLERİ ANLAMAK. DEPREM, 5.
[15]	https://www.mmo.org.tr/basin-aciklamasi/oda-deprem-gercegi-raporu-aciklandi
[16]	KÖMÜR, Mahmut; ALTAN, Melike. Deprem hasarı gören binaların hasar tespitinde bulanık mantık yaklaşımı. İTÜDERGİSİ/d, 2011, 4.2.
[17]	A. K. Baltacıoğlu, A. Yavaş, Ö. Civalek, B. Öztürk, and B. Akgöz, “Yapıların Deprem Hasarlarının Hızlı Tespitinde Bulanık Kural Tabanlı Uzman Sistemlerin Kullanımı”, BAUN Fen. Bil. Enst. Dergisi, vol. 12, no. 1, pp. 65–74, 2010.
[18]	A. B. Sunbul, H. ErKaymaz, and R. Uzun, “Zemin Sıvılaşma Potansiyelinin Bulanık Mantık ile Modellenmesi”, Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, vol. 5, no. 2, pp. 101–104, 2015.

Matlab programımızın çalışmadığını üzülerek hatırlatmak isteriz..

Teşekkürler