



# Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

## Binaların Deprem Risk Durumlarının Çok Faktörlü Bir Modelle Belirlenmesi

Ercan ÖZGAN <sup>a</sup>, Hüseyin BAYRAKTAR <sup>b</sup>, Sinan GÜL <sup>\*c</sup>

<sup>a</sup>Mimarlık Bölümü, Sanat Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

<sup>b</sup>Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Kaynaşlı MYO, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

<sup>c</sup>Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık ABD, Düzce Üniversitesi

\* Sorumlu yazarın e-posta adresi:mimarsinangul@gmail.com

DOI: 10.29130/dubited.1033710

### ÖZ

Bu çalışmada, Sakarya İli, Akyazı ilçe merkezinde 1967-1999 depremleri arasında yapılan 12 eski binanın deprem risk durumları çok faktörlü bir model ile belirlenmiştir. Bu amaçla, ilk olarak yerinde inceleme ve gözlem yapılarak öncelik sırasına göre riskli olduğu düşünülen binalar tespit edilmiştir. İkinci aşamada, bu yapılar çok faktörlü P-25 metodu ile değerlendirilmiş ve yapıların ilk deprem risk puanları oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada ise riskli olduğu belirlenen yapıların mimari ve statik projeleri de incelenerek puanlandırılmış ve toplam risk puanları elde edilmiştir. Buna göre binaların yaklaşık %8' inin düşük riskli, %58'nin orta riskli ve %34'ünün de yüksek riskli olduğu, orta ve yüksek riskli binaların ise toplamda %92 oranında olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar dikkate alınarak Akyazı ilçesinde kentsel dönüşüm çalışmalarına riskli olan binaların olduğu alanlardan başlanması, olası bir depremde can ve mal kayıplarını önlenmesi, bu çalışmanın deprem bölgelerinde örnek olarak uygulanması, benzer yerleşim alanlarındaki yapıların muhtemel Deprem Risk durumlarının tespit edilerek bu yerler için kentsel dönüşüme katkı sağlanması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** : Deprem Riski, Kentsel Dönüşüm, P25 Metodu, Akyazı

## Determination of Earthquake Risk with A Multi Factor Model

### ABSTRACT

In this study, 12 buildings which were built between 1967 and 1999 earthquakes in Akyazi district center have been determined with a multi-factor model. With this purpose, firstly, the buildings which are considered riskier have been determined through investigation on site and observation in accordance with the order of priority. Secondly, these buildings have been evaluated with multi-factor P-25 Method and the earthquake risk scores have been calculated for these buildings. As a third step, the buildings which are determined risky have been graded by working on their architectural and static projects and the total risk scores have been displayed. Accordingly, it is displayed that, 8% of the buildings are at low risk group, 58% are at medium risk group, 34% are at high risk group and medium and high risk buildings constitute the 92% of these buildings in total. Considering the results reached in this study, it is aimed to start the urban transformation works in Akyazi District in the areas where these risky buildings are located, prevent potential loss of life and property, apply this study in other earthquake zones as an example and contribute to the urban transformation of the buildings in similar settlements after determining their potential earthquake risk status.

**Keywords:** Earthquake Risk, Urban Transformation, P25 Method, Akyazi

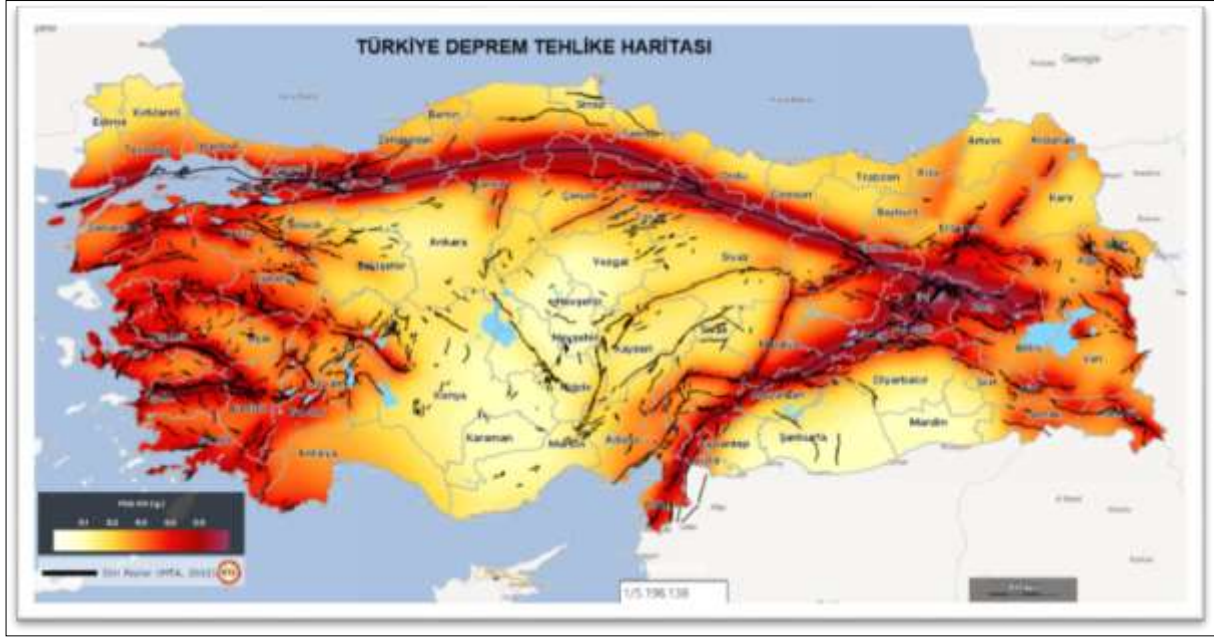
Geliş: 07/10/2021, Düzeltme: 20/02/2022, Kabul: 24/02/2022

\*Bu çalışma Akyazı İlçe Merkezinin Kentsel Dönüşüm Bağlamında Yapılar Açısından Afet Riskinin İncelenmesi isimli yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

## GİRİŞ

Sanayi devriminden sonra hızla artan insan nüfusu, gelişen teknoloji ve buna bağlı olarak yaygınlaşan yeni yapım-üretim teknikleri sayesinde çok katlı yapılardan oluşan modern kentler; doğanın bir parçası olarak büyümesi ve sayılarının artması sonucunda doğa, insan ve teknolojik sebeplerden kaynaklı afetlerle karşı karşıya kalmıştır. Kentlerin gerek doğal, gerek insan kaynaklı, gerekse teknolojik kaynaklı afetlere maruz kalması ve bu ihtimalin sürekli mevcut olması, kentlerin ve kentlilerin güvenliği açısından risk meydana getirmiş ve bu soruna çözüm arayışları afet riski kavramını ortaya çıkarmıştır. Afet riski, belirli bir tehlikenin gelecekte belirli bir zaman süresi içerisinde meydana gelmesi halinde, insanlara, insan yerleşmelerine ve doğal çevreye, bunların zarar veya hasar görebilirlikleri ile orantılı olarak oluşturabileceği kayıpların olasılığı olarak tanımlanmıştır. Afet risklerinin belirlenmesi, gerekli ve etkili çözümlerim önerilmesi, kentlerin korunması ve kent sakinlerinin can ve mal güvenliğinin güvence altına alınması, modern kentlerin en önemli sorunlarından biri haline gelmiştir. Öngörülen afet risklerinin muhtemel sonuçları, afet gerçekleşmeden önce belirlenerek engellenmesi veya en aza indirilmesi olarak tanımlanan afet yönetimi tezlerini ortaya çıkarmıştır. Bu bağlamda bir yöntem olarak kentsel dönüşüm uygulamaları da, afet yönetimi ve önleme yöntemlerinden biridir. Kentsel dönüşüm uygulamaları yenileme, sağlıklaştırma, koruma, yeniden canlandırma, düzenleme, temizleme, boşlukları doldurarak geliştirme ve tazeleme olmak üzere dokuz farklı uygulama biçiminden oluşmaktadır. [1] Türkiye’de çeşitli sebeplerle 1940’lı yıllarda başlayan hızlı nüfus yığılmaları ile artan konut talebi plansız ve jeofizik, geoteknik açıdan uygun olmayan bölgelerde de yapılaşmaya sebep olmuştur. Plansız yapılaşma denetimden uzak olduğundan söz konusu yapıların pek çoğu mühendislik hizmeti de almamıştır. [2] Çeşitli yıllarda çıkarılan imar affi yasaları ile nitelik bakımından zaten yetersiz olan bu yapılar mühendislik hizmetlerinden de yoksun kaldığından kentsel dönüşüm ve afet yönetimi daha da önemli hale gelmiştir.

Türkiye, Dünya’nın önemli deprem kuşaklarından biri olan Alp Himalaya Kuşağı üzerinde, diğer bir deyişle “Akdeniz Deprem Kuşağı”nda yer almaktadır. Karmaşık jeolojik yapısı ve jeodinamik konumundan dolayı çok sayıda aktif fay hattına sahip olup, depremlerin yoğun yaşandığı ülkelerden biridir. Türkiye ve yakın çevresinin depremselliği, Afrika ve Arabistan levhalarının Avrasya levhasına göre kuzey yönlü hareketliliğinden kaynaklanmaktadır. Zira bu kuzey yönlü hareket Anadolu levhasının, sırasıyla sağ ve sol yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fay hatları boyunca batıya doğru yaklaşık 24 mm/yıl bir hızla ve saat yönünün tersinde dönerek hareket etmesine neden olmaktadır. Türkiye’de üç adet önemli fay hattı bulunmaktadır. Bunlar; Kuzey Anadolu Fay Hattı, Batı Anadolu Fay Hattı ve Doğu Anadolu Fay Hattı’dır. [3] Depremlerin yıkıcı etkileri, ülkemizde geçmişten günümüze kadar önemli can ve mal kayıplarına neden olmuştur. Ülkemiz sınırları içerisinde doğuda Bingöl içerisinden başlayarak batıya kadar uzanan Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) ve Hatay’dan başlayarak Bingöl’e kadar devam eden Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS), yüksek sismik aktivitesi ve ürettiği depremler göz önüne alındığında Türkiye’nin çok büyük bir kısmını olası depremler ile tehdit etmektedir. [4] Deprem Bölgeleri haritaları gerek deprem mühendisliği ve mühendislik sismolojisindeki gelişmeler, gerekse aktif tektonik ve sismotektonik bulguların, tarihsel ve aletsel dönemde hasara neden olmuş depremler hakkındaki bilgilerin ve depremlere ait kayıtların artması nedeniyle beş kez değiştirilmiştir. Değişiklikler 1945, 1947, 1963, 1972 ve 1996 yıllarında Bakanlar Kurulu kararı ile yapılmıştır. [5] En son 1996 yılında yürürlüğe giren Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası, AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından yenilenmiş, 18 Mart 2018 tarih ve 30364 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Şekil 1) [6].



*Şekil 1. Türkiye deprem tehlike haritası.*

Ülkemizde kentsel dönüşüm uygulamaları 5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 73. Maddesi [7] ve 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkındaki Kanun [8] kapsamında yapılmaktadır. Bu çalışmada Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) etkisinde kalan Akyazı İlçesi, Ömercikler Mahallesi sınırları içindeki yaklaşık 43 dönümlük alan üzerinde çoğu deprem öncesinde inşa edilen 12 yapı deprem riski açısından incelenmiştir. Elde edilen sonuçların sadece çalışma alanında değil Akyazı İlçesinin tamamında, benzeri il ve ilçelerde de tatbik edilebilmesi amaçlanmıştır.

## **II. YÖNTEM (METHOD)**

Binaların deprem risk analizlerinin yapılması deprem anında can ve mal kaybının oluşmaması ya da en aza indirilmesini sağlayabilir. Kent merkezlerinin muhtemel deprem risklerine karşı deprem oluşmadan korunması (sakinim) için Ampirik, Analitik, P-24 ve P-25 gibi bazı yöntemler geliştirilmiştir. Özellikle geniş alanlarda hızlı sonuç veren P25 Metodu ülkemizin muhtelif yerlerindeki yapı stoklarının incelenmesi için yayımlar halinde önerilmiştir. Yöntemin kendisi “Betonarme Binaların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri İle Belirlenmesi: P25 Puanlama Yöntemi” [9] adı altında yayın haline de getirilmiş ve “P25 Metodu ile Kahramanmaraş Yapı Stokunun İncelenmesi” [10] gibi yayımlar ile yöntem tatbik edilmiştir. Bu çalışmada ise belirlenen kapsam alanındaki binaların deprem risk durumları belirlenmiştir. Söz konusu binaların deprem risk durumları P25 Metodundaki adımlar ve metodun öngördüğü esaslara göre incelenmiştir. Yöntemde nasıl bir yol izlendiği, mevcut binaların hangi değişkenlerinin nasıl ele alındığı ve elde edilen verilerin hesaplarda nasıl kullanıldığı 4. Bölümde açıklanmış ve elde edilen sonuçlar tablolar halinde gösterilmiştir.

## **III. AKYAZI'NIN MİMARİ VE KENTSEL ÖZELLİKLERİ**

Sakarya'nın bir ilçesi olan Akyazı'nın nüfusu yaklaşık 91000 olup 648 km<sup>2</sup> yüzölçümü ile Sakarya'nın en büyük ilçesidir. İlçe merkezinde 9, merkez dışında 64 olmak üzere toplam 73 mahallesi mevcuttur. Akyazı'da, 17 Ağustos 1999 Marmara Depreminden önce yapılar 3-4 katlı iken 2002 yılında kat adedi 2'ye indirilmiş ancak 2015 yılında ise kat adedi 1 kat artırılarak tekrar 3'e çıkarılmıştır. Akyazı Belediyesi Kent Bilgi Sistemi [11] ve Adres Kayıt Sisteminden [12] elde edilen verilere göre; ilçe merkezindeki toplam 8256 adet yapının 4546 âdeti ruhsatlı iken 3710 adedi ise ruhsatsız olarak inşa

edilmiştir. Ruhsatsız yapıların 197 adedi 1983 tarihinde, 494 adedi de 1984 tarihinde imar affından yararlanmışlardır. Ruhsatlı yapıların 50 adedi 22 Temmuz 1967 Adapazarı-Mudurnusuyu Vadisi Depreminden önce, 1908 adedi 22 Temmuz 1967 ile 17 Ağustos 1999 depremleri arasında, 2588 adedi ise 17 Ağustos 1999 depreminden sonra inşa edilmiştir. İlçe merkezindeki yapılar 2015 yılında 3 katlı ve bina yüksekliği konut alanlarında 10 metre, ticaret alanlarında 11,00 metre olarak değiştirilmiştir. Yapılar genellikle bahçeli ve 1-3 katlı iken şehir merkezi iş alanında 4-5 katlı binalar da mevcuttur. 2015 yılında onaylanan revize nazım ve uygulama imar planlarında büyük imar adaları oluşturularak kentsel dönüşüme uygun, yaşam alanları olan toplu konutların yapılmasına imkân sağlanmak istenmiştir.

## A. AKYAZI'NIN DEPREMSELLİĞİ

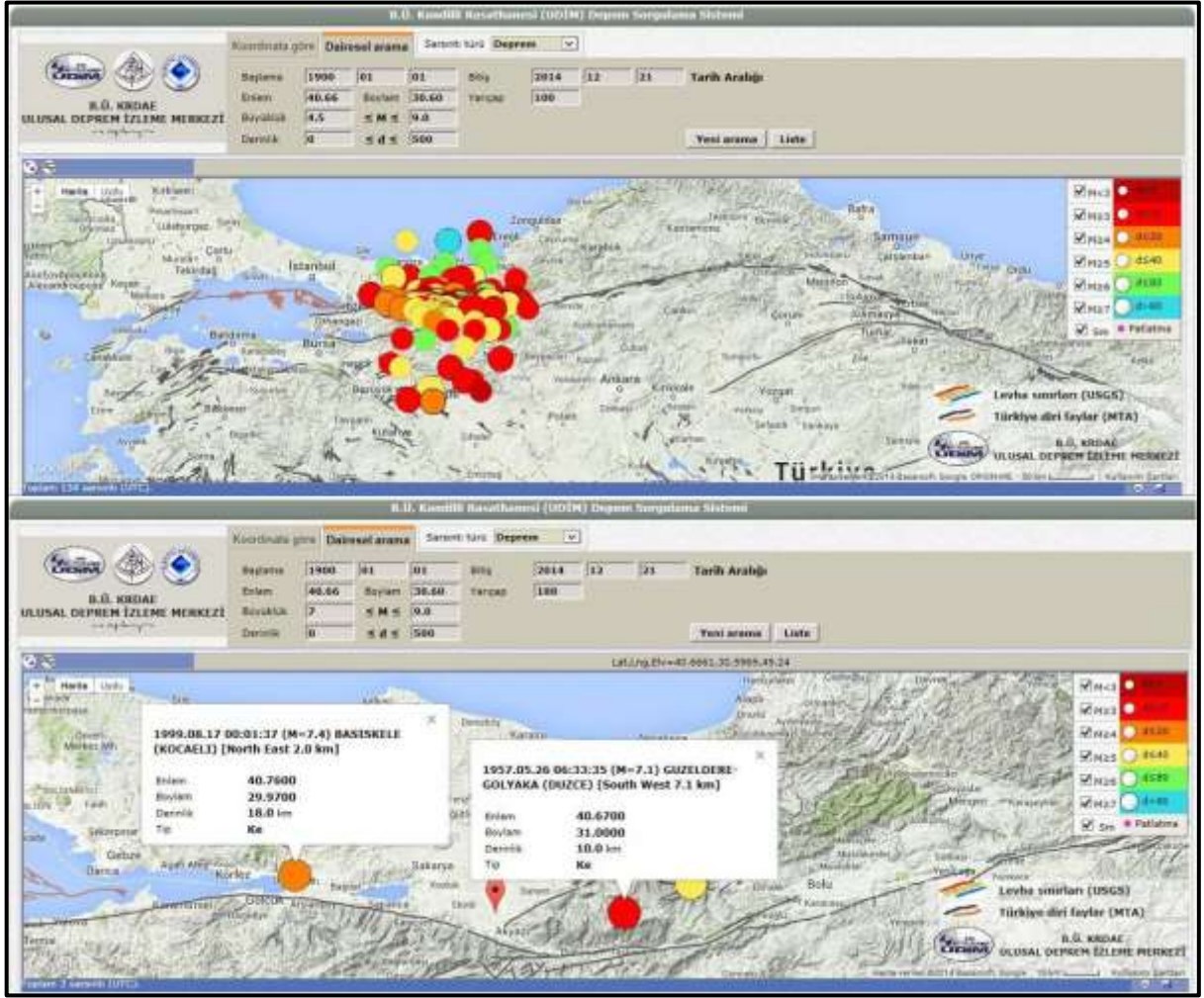
Akyazı İlçesi; Marmara Bölgesinin Doğu Marmara alt bölgesinde yer aldığından Kuzey Anadolu Fay Zonunun (KAFZ) etkisinde kalmaktadır. KAFZ'nun üç kol halinde uzanması ve önemli fay kayma hızlarına sahip olması Marmara Bölgesi'nde gerek aletsel gerekse tarihsel dönemde yüksek bir deprem etkinliğine neden olmuştur. Tarihi kaynaklara göre bölgede M.S. 400 yılından sonra meydana gelmiş büyüklüğü  $MS \geq 6.8$  olan 42 adet deprem tespit edilmiştir. Tarihi depremlerden bazılarının izlerine 1999 İzmit depremi sonrasında yapılan paleosismolojik çalışmalarda rastlanılmıştır. KAFZ'nun kolları üzerinde çukurlar açılması sahildeki paleo-taraça sedimentlerinden örnekler alınması ve Marmara Denizi ve Sapanca Gölü tabanındaki sediment tabakalarından karotlar çıkarılması yoluyla yapılan paleosismolojik çalışmalarda birçok depremin bulgusuna rastlanılmıştır. Tarihteki bu büyük depremlerin bir kısmı Marmara Denizi'nde tsunami oluşumlarına da neden olmuştur. M.S. 400 yılından sonra çeşitli kaynaklar tarafından Marmara Denizi'nde rapor edilen 24 adet tsunami listelenmiştir. Marmara Denizi ve çevresi tarih boyunca depremlerden defalarca zarar görmüş bir yerleşim bölgesidir. İstanbul ve yakın çevresinde M.S.32 ile 1900 yılları arasında 100'den fazla yıkıcı büyüklüklerde deprem meydana gelmiştir. 1900 yılından sonra ise Marmara bölgesinde İstanbul ve yakın çevresini etkileyebilecek büyüklüklerde ( $M \geq 6,0$ ) 21 adet deprem meydana gelmiştir. Bu depremler İstanbul'u MSK ölçeğine göre VI ile X arasında değişen şiddetlerde etkilemiştir. (Tablo 1)

**Tablo 1.** 1900–2014 yılları arasında olan depremlerin magnitüdüleri ve tekrar sayıları.

Magnitüd Aralıkları	Oluşum Sayıları
$4.5 \leq M < 5.0$	81
$5.0 \leq M < 5.5$	32
$5.5 \leq M < 6.0$	15
$6.0 \leq M < 6.5$	1
$6.5 \leq M < 7.0$	2
$7.0 \leq M < 7.5$	3

Deprem odak merkezlerinin dağılımı jeolojik ve jeofizik çalışmalarla belirlenen fayların sismik bakımdan etkin olabildiklerini göstermektedir. Bölgede etkili olan en büyük şiddet değerleri MSK ölçeğinde VI-VII arasında değişmektedir. Bölgede oluşabilecek en büyük depremin büyüklüğü yaklaşık  $M=7,5$ 'tir. Magnitüdü 6,0–6,5 olan bir depremin meydana gelmesi ihtimali oldukça büyüktür. Kuzey Anadolu Fay Sisteminin ana hattı üzerinde bulunan Sakarya ili tarihsel dönem depremlerden büyük hasar görmüştür. 1943 yılında  $M=6.6$  Hendek, 1957 yılında  $M=7.1$  Abant, 1967 yılında  $M=6.0$  Akyazı, 1967 yılında  $M=7.2$  Adapazarı ve 2000 yılında  $M=5.2$  Akyazı depremleri bölgede son yüzyılda hasar yapan depremlerdir. 1999 yılında  $M=7.4$  İzmit ve  $M=7.2$  Düzce depremleri de Sakarya'da büyük hasar ve can kaybına neden olmuştur. [13] Bölgede meydana gelen depremler aşağıdaki haritada gösterilmiştir (Şekil 2) [14].

Şekil 2. Akyazı merkezinden itibaren 100 km yarıçaplı alanda meydana gelmiş depremler.



Sakarya İli Bakanlar Kurulu'nun 22/01/2018 tarih ve 2018/11275 sayılı kararı ile yürürlüğe giren Türkiye Deprem Tehlikesi Haritasına göre 1. derecede tehlikeli deprem bölgesindedir. Temmuz 2010 tarihli TBMM Araştırma Komisyon Raporunda [15] 17/08/1999 Marmara Depreminden etkilenen Bolu, Bursa, Eskişehir, İstanbul, Kocaeli, Gölcük, Sakarya ve Yalova illerimizde hasar durumları tespit edilmiştir. Sakarya iline ait hasar tespit durumu aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. TBMM Araştırma Komisyonunun Sakarya ilindeki hasar tespit raporu.

17 Ağustos Depremi Kesin Hasar Tespit Durumu						
Durum	Yıkık-Ağır Hasarlı		Orta Hasarlı		Az Hasarlı	
	Konut	İşyeri	Konut	İşyeri	Konut	İşyeri
Sakarya	19.043	4.068	12.200	1.963	18.712	1.675
Toplam	66.441	10.901	67.242	9.927	80.160	9.712

17 Ağustos 1999 depreminde Sakarya genelinde 77342 konut + işyerinin “yıkılmış ya da ağır hasarlı” olduğu, 77169 konut + işyerinin “orta hasarlı” olduğu ve 89872 konut + işyerinin ise “az hasarlı” olduğu tespit edilmiştir.

Akyazı ilçesinde ise, Akyazı Kaymakamlığı 2002 yılındaki Afet Acil Yardım Planı Raporuna [16] göre; Akyazı İlçesinde 1005 adet konutun “yıkıldığı ya da ağır hasarlı” olduğu, 798 konutun “orta hasarlı” olduğu, 1417 konutun “az hasarlı” olduğu ve 552 işyerinde çeşitli derecelerde hasar aldığı belirtilmiştir. Aynı raporda Akyazı da 74 kişinin hayatını kaybettiği ve 220 kişinin ise yaralandığı belirtilmiştir.



Akyazı ilçesi sismik etkinliği yüksek deprem fay hattına yakın olduğu için her an deprem olma riski bulunmaktadır. Olası depremlerde ilçe merkezinde bulunan ve çoğu 1967-1999 yılları arasında yapılmış olan binaların yeni bir depremde yıkılma riski çok yüksektir. Özellikle 1999 depremine maruz kalmış olan bu eski yapıların yeni bir depreme dayanma ihtimalleri oldukça zayıf olup çok fazla can ve mal kayıplarına neden olabilecekleri açıktır. Bu çalışmada, Akyazı ilçe merkezinde bulunan eski binaların Deprem Risk durumları çok faktörlü P-25 Metodu ile belirlenmiştir. Bu metotta Akyazı ilçe merkezinde bulunan eski binaların deprem risk durumları saha çalışmaları, mimari ve statik projelerin verileri ile birlikte değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler çok faktörlü değerlendirme işlemlerinden sonra her bina için deprem risk puanı oluşturulmuştur. Böylece ilçe merkezinde bulunan eski binaların deprem risk puanlarına göre yıkılarak sosyal donatıları ve yaşam alanlarının olduğu depreme dayanıklı yeni binaların yapılmasına katkı sağlanmak istenmiştir. Elde edilen sonuçların ilçe merkezinde kentsel dönüşüm çalışmaları için referans olması, deprem risk durumlarının azaltılması ve muhtemel kayıpların önlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın yapıldığı Akyazı ilçe merkezindeki eski binaların olduğu alan aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Sakarya ili Akyazı İlçe Merkezinde eski yapıların olduğu alan.

#### **IV. ÇOK FAKTÖRLÜ P-25 METODUNUN UYGULANMASI**

Akyazı ilçe merkezinin en eski yapılarının bulunduğu alanda yer alan binaların Deprem risk durumlarının belirlenmesi amacı ile arşiv kayıtlarından mimari ve statik projelerine ulaşılabilen 12 adet binaya çok faktörlü P-25 metodu uygulanarak binaların Deprem risk puanları hesaplanmış ve incelenen binalar öncelikli risk durumlarına göre sınıflandırılmıştır. Çok faktörlü P-25 Metodunun uygulanma aşamaları ve binaların Deprem risk puanlarının hesaplamaları aşağıda belirtilen konu başlıklarında açıklanmıştır.

##### **A. BİNA KİMLİK BİLGİLERİNİN TESPİTİ VE KRİTİK KATIN BELİRLENMESİ**

Akyazı ilçe merkezinde eski binaların bulunduğu alanda arşiv kayıtlarından mimari ve statik projelerine ulaşılabilen 12 binanın deprem risk durumları çok faktörlü P-25 Metodu ile belirlenmiştir. Bu binalardan 11 tanesinin 17 Ağustos 1999 Marmara depreminden önce 1 tanesinin ise sonra yapıldığı görülmüştür. Çalışma kapsamında incelenen 12 adet binaya kod numaraları verilmiş (AKY-2288-2-B: Akyazı-Adres Kodu-2 Katlı-Betonarme) binaların ada, parsel numaraları, yapısal sistemleri, kat adetleri, ruhsat ve iskân onay tarihleri ile arşiv kayıtlarından elde edilen dokümanlar veri haline getirilerek bina kimlik bilgileri oluşturulmuştur. İncelenen binaların zemin katları ile zemin üstü katlarında tasarım

farklılıklarının olduğu görülmüştür. Zemin katlardaki iş yerlerinden dolayı bölme duvarların yok denecek düzeyde olduğu ve bu nedenle zemin katların deprem riski açısından kritik kat haline geldiği belirlenmiştir.

## B. BİNALARIN KONUM VE BOYUTLARININ KARTEZYEN KOORDİNAT SİSTEMİNE İŞLENMESİ

Çok faktörlü P-25 metodu uygulanan 12 adet bina, Kartezyen (x-y koordinat sistemi) sisteminde konumlandırılmış binanın kritik katı, kritik kat üstünde bulunan üst katlardaki kolonların, betonarme perde duvarların ve dolgu duvarlarının “x” ve “y” yönündeki boyutları belirlenmiştir. Böylece binanın Kritik kat alan indeksi, Rijitlik indeksi, Yumuşak kat ve Zayıf kat düzeltme faktörü hesaplanmış ve “f12” olarak tanımlanmıştır.

### B.1. Dolgu Duvar Boyutlarının İşlenişi

Arşiv taramalarından elde edilen mimari projeler ışığında binalarda belirlenen kritik kat ve kritik katın üzerindeki katlar incelenmiştir. Buna göre, bina yapısal sistemi içinde çerçeveyi dolduran ve betonarme taşıyıcı elemanlardan herhangi biri ile en az bir taraftan temaslı olan dolgu duvar boyutları tespit edilerek alanları hesaplanmıştır. Bu veriler kullanılarak çok faktörlü P-25 Metodu için gerekli hesaplamalar yapılmıştır.

### B.2. Kesit İdealizasyonu

12 adet binadaki kolonların, betonarme perde duvarların ve dolgu duvarların “x” ve “y” yönündeki boyutları binanın Kartezyen sistemine işlenmiştir. Bu esnada gerekli görüldüğünde, yapı elemanı parçalara ayrılarak toplam alan ve atalet momenti değerleri yapı elemanının kendi yerel eksen sistemine göre hesaplanmış ve sonradan küresel eksen sistemine çevrilmiştir. Böylece söz konusu elemanların küresel eksen sistemindeki eşdeğer boyutları bulunarak sisteme işlenmiştir.

### B.3. Eleman katsayısı

Çok faktörlü P-25 metodunda açıklanan eleman katsayısı hesaplama yöntemi ile 12 adet bina için katlarda bulunan kolon ve yapısal çerçeve içindeki mevcut dolgu duvarlar için elemana birleşen sayısı ve elemana birleşecek maksimum giriş sayısına göre eleman katsayıları hesaplanmıştır.

## C. ALAN VE RİJİTLİK İNDEKSLERİNİN HESAPLANMASI

İncelenen 12 binanın kritik katı ve bu katın bir kat üstündeki kolonların ve dolgu duvarların alanları ile atalet momentleri hesaplanmıştır. Söz konusu binalarda betonarme perde duvar olmadığından hesaplama formüllerinde perde duvar ile ilgili değerler sıfır alınmıştır. Arşiv kayıtları ve yerinde yapılan incelemeler sonucunda elde edilen veriler kullanılarak P-25 metodunun ön gördüğü formüllerle gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Bunlar;

Kritik kattaki kolonların toplam alanı ile “x” ve “y” yönünde çalışan dolgu duvar alanlarının %15’i toplanarak kritik kattaki toplam etkili kesme alanları " $A_{ef,xy} = A_c + I_{sxy} + 0,15A_{wxy}$ " formülü ile hesaplanmıştır (Tablo 3).

**Tablo 3.** Kritik katta “x” ve “y” için toplam etkili kesme alanı " $A_{(ef,x)}$  ve  $A_{(ef,y)}$ " hesabı.

Bina Bilgileri			Toplam Kesme Alanı (m <sup>2</sup> )						
No	Kod	Bina Kodu	A <sub>c</sub>	A <sub>(sx)</sub>	A <sub>(wx)</sub>	A <sub>(ef,x)</sub>	A <sub>(sy)</sub>	A <sub>(wy)</sub>	A <sub>(ef,y)</sub>
1	1	AKY-2288-2-B	4.490	0.00	8.59	5.78	0.00	5.100	5.255
2	4	AKY-2289-3-B	0.360	0.00	4.23	0.99	0.00	4.655	1.058
3	5	AKY-2295-2-Y	1.200	0.00	2.31	1.55	0.00	2.300	1.545
4	15	AKY-2298-2-B	3.000	0.00	5.54	3.83	0.00	7.010	4.052
5	16	AKY-2274-2-B	5.960	0.00	7.55	7.09	0.00	8.520	7.238
6	17	AKY-2276-3-B	5.040	0.00	9.52	6.47	0.00	14.090	7.154
7	26	AKY-981-2-B	1.500	0.00	3.94	2.09	0.00	3.413	2.012
8	29	AKY-994-4-B	4.000	0.00	4.01	4.60	0.00	7.550	5.133
9	38	AKY-2604-3-B	1.280	0.00	0.87	1.41	0.00	1.808	1.551

10	62	AKY-1979-3-B	3.265	0.00	1.70	3.52	0.00	8.772	4.581
11	88	AKY-2637-4-B	1.875	0.00	5.22	2.66	0.00	0.470	1.946
12	94	AKY-2648-4-B	19.750	0.00	47.88	26.93	0.00	13.090	21.714

Tablo 3’de yer alan kısaltmalar aşağıda gösterilmiştir.

- $A_c$  :Kritik kattaki tüm kolonların alanlarının toplamı  
 $A_{(sx)}$  :Kritik katta “x” yönünde ki betonarme perde duvar alanlarının toplamı  
 $A_{(wx)}$  :Kritik katta “x” yönünde ki dolgu duvar alanlarının toplamı  
 $A_{(ef,x)}$  :Kritik katta “x” yönünde ki toplam etkili kesme alanı  
 $A_{(sy)}$  :Kritik katta “y” yönünde ki betonarme perde duvar alanlarının toplamı  
 $A_{(wy)}$  :Kritik katta “y” yönünde ki dolgu duvar alanlarının toplamı  
 $A_{(ef,y)}$  :Kritik katta “y” yönünde ki toplam etkili kesme alanı

Kritik kattaki tüm kolonların “x” ve “y” yönündeki atalet momentleri ile “x” ve “y” yönünde ki dolgu duvarların atalet momentlerinin %15’ toplanarak kritik kattaki toplam etkili atalet momenti " $I_{ef,x} = I_{cx} + I_{sx} + 0,15I_{wx}$ " formülü ile hesaplanmıştır (Tablo 4).

**Tablo 4. Kritik katta “x” ve “y” için toplam etkili atalet momenti  $I_{(ef,x)}$  ve  $I_{(ef,y)}$  hesabı.**

Bina Bilgileri			Toplam Atalet Momenti							
No	Kod	Bina Kodu	$I_{(cx)}$	$I_{(sx)}$	$I_{(wx)}$	$I_{(ef,x)}$	$I_{(cy)}$	$I_{(sy)}$	$I_{(wy)}$	$I_{(ef,y)}$
1	1	AKY-2288-2-B	0.1643	0.00	31.6594	4.913	0.0624	0.00	0.0286	0.067
2	4	AKY-2289-3-B	0.0472	0.00	28.3452	4.299	0.0472	0.00	0.0165	0.050
3	5	AKY-2295-2-Y	0.0101	0.00	4.9093	0.746	0.0085	0.00	0.0092	0.010
4	15	AKY-2298-2-B	0.0041	0.00	3.5720	0.540	0.0041	0.00	0.0152	0.006
5	16	AKY-2274-2-B	0.0085	0.00	4.9553	0.752	0.0085	0.00	0.0191	0.011
6	17	AKY-2276-3-B	0.1269	0.00	37.3018	5.722	0.0621	0.00	0.0317	0.067
7	26	AKY-981-2-B	0.0292	0.00	8.7414	1.340	0.0097	0.00	0.0205	0.013
8	29	AKY-994-4-B	0.1150	0.00	11.2041	1.796	0.0388	0.00	0.0133	0.041
9	38	AKY-2604-3-B	0.0216	0.00	1.3685	0.227	0.0118	0.00	0.0016	0.012
10	62	AKY-1979-3-B	0.2540	0.00	4.2300	0.889	0.0180	0.00	0.0050	0.019
11	88	AKY-2637-4-B	0.0034	0.00	0.2160	0.036	0.1360	0.00	0.0174	0.139
12	94	AKY-2648-4-B	0.4114	0.00	14.1949	2.541	0.4114	0.00	0.0281	0.416

Tablo 4’de yer alan kısaltmalar aşağıda gösterilmiştir.

- $I_{(cx)}$  : Kritik kattaki tüm kolonların “x” yönündeki atalet momentlerinin toplamı  
 $I_{(sx)}$  : Kritik katta “y” yönünde ki betonarme perde duvar atalet momentlerinin toplamı  
 $I_{(wx)}$  : Kritik katta “y” yönünde ki dolgu duvar atalet momentlerinin toplamı  
 $I_{(ef,x)}$  : Kritik katta “x” yönünde toplam etkili atalet momenti  
 $I_{(cy)}$  : Kritik kattaki tüm kolonların “y” yönünde ki atalet momentlerinin toplamı  
 $I_{(sy)}$  : Kritik katta “x” yönünde betonarme perde duvar atalet momentlerinin toplamı  
 $I_{(wy)}$  : Kritik katta “x” yönünde dolgu duvar atalet momentlerinin toplamı  
 $I_{(ef,y)}$  : Kritik katta “y” yönünde toplam etkili atalet momenti

Kritik katlarda hesaplanan toplam etkili kesme alanları kritik kat alanına bölünerek " $C_{Axy} = 9 \times 10^5 \times (\sum A_{ef,xy})/A_p$ " formülü ile metodun öngördüğü sabit değerle çarpılmış ve kritik katların “x” ve “y” yönündeki etkili kesme alan indeksleri hesaplanmıştır (Tablo 5).



**Tablo 5.** Kritik katta “x” ve “y” için etkili kesme alanı indeksi  $C_{(Ax)}$  ve  $C_{(Ay)}$  hesabı.

Bina Bilgileri			Toplam Kesme Alanı İndeksi				
No	Kod	Bina Kodu	$L_{(x)}$	$L_{(y)}$	$A_{(p)}$	$C_{(Ax)}$	$C_{(Ay)}$
1	1	AKY-2288-2-B	12.50	11.70	146.250	1011.077	1011.077
2	4	AKY-2289-3-B	11.12	11.52	128.102	331.610	331.610
3	5	AKY-2295-2-Y	7.50	7.50	56.250	161.600	161.600
4	15	AKY-2298-2-B	13.80	9.80	135.240	27.285	27.285
5	16	AKY-2274-2-B	17.20	11.30	194.360	39.360	39.360
6	17	AKY-2276-3-B	19.25	18.45	355.163	321.571	321.571
7	26	AKY-981-2-B	17.25	6.00	103.500	253.913	253.913
8	29	AKY-994-4-B	12.20	14.75	179.950	575.160	575.160
9	38	AKY-2604-3-B	4.70	11.00	51.700	376.015	376.015
10	62	AKY-1979-3-B	16.85	11.00	185.350	1233.342	1233.342
11	88	AKY-2637-4-B	7.62	15.95	121.539	25.177	25.177
12	94	AKY-2648-4-B	28.30	42.60	1205.580	307.122	307.122

Tablo 5’de yer alan kısaltmalar aşağıda gösterilmiştir.

$L_{(x)}$  : Kartezyen sistemine göre kritik katın “x” yönü uzunluğu

$L_{(y)}$  : Kartezyen sistemine göre kritik katın “y” yönü uzunluğu

$A_{(p)}$  : Kritik kat alanı

$C_{(Ax)}$  : Kritik katın “x” yönünde ki etkili kesme alan indeksi

$C_{(Ay)}$  : Kritik katın “y” yönünde ki etkili kesme alan indeksi

Kritik katlarda “x” ve “y” yönü için hesaplanan toplam atalet momentleri binanın “x” ve “y” yönündeki atalet momentine bölünerek,

$C_{I_{xy}} = 9 \times 10^5 \times \left[ \frac{(\sum I_{ef,xy})}{I_{pxy}} \right]^{0.4}$  Formülünde metodun öngördüğü sabit ile çarpılmış ve kritik katlardaki rijitlik indeksleri hesaplanmıştır (Tablo 6).

**Tablo 6.** Kritik katta “x” ve “y” için etkili Rijitlik İndeksi “ $C_{(Ix)}$  ve  $C_{(Iy)}$ ” hesabı.

Bina Bilgileri			Toplam Rijitlik İndeksi			
No	Kod	Bina Kodu	$I_{(px)}$	$C_{(Ix)}$	$I_{(py)}$	$C_{(Iy)}$
1	1	AKY-2288-2-B	1668.347	87473.016	1904.297	14858.430
2	4	AKY-2289-3-B	1416.710	88527.110	1320.035	15291.969
3	5	AKY-2295-2-Y	263.672	86104.876	263.672	15265.807
4	15	AKY-2298-2-B	1082.371	42994.947	2146.259	5539.849
5	16	AKY-2274-2-B	2068.152	37883.428	4791.622	5061.477
6	17	AKY-2276-3-B	10074.850	45286.773	10967.492	7383.345
7	26	AKY-981-2-B	310.500	101932.560	2566.477	6808.508
8	29	AKY-994-4-B	3262.531	44720.427	2231.980	11455.371
9	38	AKY-2604-3-B	521.308	40711.706	95.171	24836.540
10	62	AKY-1979-3-B	1868.946	42176.137	4385.420	6406.761
11	88	AKY-2637-4-B	2576.652	10265.342	588.091	31855.366
12	94	AKY-2648-4-B	182319.863	10277.461	80461.414	6910.094

Tablo 6’da yer alan kısaltmalar aşağıda gösterilmiştir.

$I_{(px)}$  : Kritik katta “x” yönünde atalet momentini

$C_{(Ix)}$  : Kritik katta “x” yönünde etkili rijitlik indeksi  
 $I_{(Py)}$  : Kritik katta “y” yönünde atalet momenti  
 $C_{(Iy)}$  : Kritik katta “y” yönünde etkili rijitlik indeksi

Binaların kritik katlarındaki Etkili kesme alanı indeksleri,

$$C_A = [(0,87C_{A,min})^2 + (0,5C_{A,max})^2]^{0,5} \text{ Formülü ile}$$

Kritik katlardaki etkili Eğilme rijitlikleri ise,

$$C_I = [(0,87C_{I,min})^2 + (0,5C_{I,max})^2]^{0,5} \text{ Formülü ile hesaplanmıştır.}$$

Böylece “K” değerinin hesaplanabilmesi için gerekli olan değerler elde edilmiştir.

#### D. KRİTİK KAT ÇEVRE UZUNLUKLARININ BELİRLENMESİ

Kartezyen sistemine yerleştirilen 12 binanın “L<sub>x</sub>” ve “L<sub>y</sub>” değerleri bu binaların kritik kat çevre uzunluklarıdır. Çevre uzunlukları, dikdörtgen plana sahip binalarda oldukça basit şekilde belirlenebilmektedir. Farklı planlarda ise oluşabilecek düzensizliklerin yönleme daha iyi yansıtılabilmesi için plan sisteme yerleştirildikten sonra hem “x” hem de “y” yönünde uzunlukların izdüşümü alınarak binada ki kat alanları olduğundan büyük hesaplanmıştır. Binada ki alanların büyük hesaplanmış olması performans puanını azaltacağı için daha gerçekçi sonuçlar elde edilmiştir.

#### E. BİNA YÜKSEKLİĞİNİN (H) BELİRLENMESİ

Yerinde yapılan incelemelerde çekilen fotoğraflar ile arşiv kayıtlarından elde edilen mimari projelerdeki bina ve kat yükseklikleri referans alınarak binaların yükseklikleri belirlenebilmiştir. P-25 Metodunda veri olarak kullanılan ve bina yüksekliğini temsil eden “t<sub>0</sub>” parametresi “t<sub>0</sub> = -0,7 × H<sup>2</sup> + 40H + 90” formülü ile hesaplanmış ve binaların deprem risk puanlarının “P” nin hesaplanmasından önceki son işlem olan “K” değerinin hesaplanmasına geçilmiştir.

#### F. “K” DEĞERİNİN HESAPLANMASI

İncelenen binaların Deprem risk puanlarının (P) hesaplanmasından önceki son adım olan risk puanı sabiti olan “K” değerinin hesaplanması için daha önce elde edilen Binaların kritik katlarındaki etkili kesme alanı indeksleri “C<sub>A</sub>” ve kritik katlardaki etkili eğilme rijitlikleri “C<sub>I</sub>” değerleri kullanılarak risk puanı sabiti olan “K” değeri  $K = \frac{C_A + C_I}{t_0}$  formülü ile hesaplanmıştır.

**Tablo 7.** Kritik Kat Kesme Alan İndeksi, Eğilme Rijitlik İndeksi, Yükseklik Parametresi ve Hesaplanan “K” değerleri.

K Değerinin Hesaplanması							
Bina Bilgileri			Kesme Alan İndeksi	Eğilme Rijitlik İndeksi	Yükseklik Parametresi		K Değeri
No	Kod	Bina Kodu	C <sub>(A)</sub>	C <sub>(I)</sub>	H	t <sub>(0)</sub>	K
1	1	AKY-2288-2-B	33280.898	45609.064	6.90	332.673	237.140
2	4	AKY-2289-3-B	7117.139	46032.462	9.50	406.825	130.645
3	5	AKY-2295-2-Y	5972.558	45039.675	6.00	304.800	167.363
4	15	AKY-2298-2-B	27459.348	24321.901	6.50	320.425	161.602
5	16	AKY-2274-2-B	1723.641	19369.765	6.50	320.425	65.829
6	17	AKY-2276-3-B	16896.265	23536.190	6.00	304.800	132.652
7	26	AKY-981-2-B	17727.369	51307.582	6.90	332.673	207.516
8	29	AKY-994-4-B	23782.692	24476.819	13.00	491.700	98.148
9	38	AKY-2604-3-B	25372.154	29663.222	9.50	406.825	135.280
10	62	AKY-1979-3-B	18568.909	21812.262	9.50	406.825	99.259
11	88	AKY-2637-4-B	15935.593	18260.644	12.50	480.625	71.150

12	94	AKY-2648-4-B	17318.715	7908.734	12.50	480.625	52.489
----	----	--------------	-----------	----------	-------	---------	--------

Tablo 7’de yer alan kısaltmalar aşağıda gösterilmiştir.

- $C_{(A)}$  :Kritik kattaki etkili kesme alanı indeksi  
 $C_{(I)}$  :Kritik kattaki etkili eğilme rijitlik indeksi  
 $t_{(o)}$  :Bina yükseklik parametresi  
H :Bina yüksekliği  
K :Risk puanı sabiti

## G. DÜZELTME FAKTÖRLERİ

Düzeltilme faktörleri “Yapısal Düzeltilme Faktörleri” ile “Temel ve Zemin Düzeltilme Faktörleri” olmak üzere iki ana başlık altında açıklanmıştır. Bu iki başlıkta toplam 25 adet düzeltilme faktörü bulunmakta olup bu faktörler 12 binaya uygulanmıştır. Bu faktörlerin öngördüğü sayısal değerler, Akyazı ilçe merkezinin 1/1000 ölçekli Uygulama İmar Planına esas Mikro bölgeleme etüt raporu ve arşiv kayıtlarından elde edilen veriler kullanılarak belirlenmiştir. Ancak bütün binaların arşiv kaydı olmadığından, Burulma Düzensizliği ( $f_1$ ), Yumuşak Kat ve Zayıf Kat ( $f_{12}$ ), Zayıf Kolon ( $f_{13}$ ), Enine Donatı Sıklığı ( $f_{14}$ ), Temel Tipi ( $f_{23}$ ) ve Temel Derinliği ( $f_{24}$ ) ile ilgili faktörlerin değerleri belirlenememiş ancak bu faktörler için alt sınır değerleri kullanılmıştır. Böylece bu binaların deprem risklerinin daha belirgin hale gelmesi sağlanmıştır.

### G.1. Yapısal Düzeltilme Faktörleri

Bu faktörler ile çalışma alanındaki yapılar kendi içinde ve bitişindeki yapılarla ilişkisi bakımından yapısal olarak incelenmiştir. Buna göre binalardaki; Burulma Düzensizliği, Döşeme Süreksizliği, Taşıyıcı Düşey Elemanların Süreksizliği, Kütle Düzensizliği, Korozyon, Kısa Kolon, Ağır Cephe Elemanları, Asma Kat, Çarpışma Olasılığı, Katlardaki Seviye Farkı ve Kısmi Bodrum Kat, Beton Kalitesi, Yumuşak Kat ve Zayıf Kat, Zayıf Kolon, Enine Donatı Sıklığı ve Bina Önem Derecesi Faktörleri her bina için ayrı ayrı hesaplanmış ve sonuçlar tablo 8’de gösterilmiştir.

**Tablo 8. İncelenen 12 bina için yapısal düzeltilme faktörleri.**

Yapısal Düzeltilme Faktörleri																
No	Kod	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$	$f_8$	$f_9$	$f_{10}$	$f_{11}$	$f_{12}$	$f_{13}$	$f_{14}$	$f_{15}$
1	1	0.98	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00
2	4	0.98	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	0.80	1.00	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00
3	5	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	0.80	1.00	0.93	1.00	1.00
4	15	0.98	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.94	0.84	1.00	1.00
5	16	0.98	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.94	1.00	1.00	1.00
6	17	0.98	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	0.80	1.00	0.99	1.00	1.00
7	26	0.98	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	0.80	0.86	1.00	1.00	1.00
8	29	0.98	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	0.80	1.00	0.80	1.00	0.76	1.00	1.00
9	38	0.98	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00
10	62	0.98	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.86	1.00	1.00	1.00
11	88	0.96	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	0.80	0.72	1.00	1.00	1.00
12	94	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	0.80	1.00	0.76	1.00	1.00

Tablo 8’de yer alan kısaltmalar ve referans değerleri aşağıda verilmiştir.

Yapısal Düzeltilme Faktörleri	Referans Değerleri					
$f_1$ : Burulma düzensizliği faktörü	1.00		0.98		0.96	
$f_2$ : Döşeme süreksizliği faktörü	1.00		0.98		0.96	
$f_3$ : Taşıyıcı düşey elemanların süreksizliği	1.00	0.92	0.84	0.76	0.68	0.60

f <sub>4</sub> : Kütle düzensizliği faktörü	1.00	0.99	0.98
f <sub>5</sub> : Korozyon faktörü	1.00	0.98	0.96
f <sub>6</sub> : Kısa kolon faktörü	1.00	0.96	0.92
f <sub>7</sub> : Ağır cephe elemanları faktörü	1.00	0.98	0.96
f <sub>8</sub> : Asma kat faktörü	1.00	0.95	0.90
f <sub>9</sub> : Çarpışma olasılığı ile ilgili faktör	1.00	0.90	0.80
f <sub>10</sub> : Katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum	1.00	0.90	0.80
f <sub>11</sub> : Beton kalitesi faktörü	1.00	0.90	0.80
f <sub>12</sub> : Yumuşak kat ve zayıf kat faktörü	f <sub>12</sub> ≤ 1.00		
f <sub>13</sub> : Zayıf kolon faktörü	0.60 ≤ f <sub>13</sub> ≤ 1.00		
f <sub>14</sub> : Enine donatı sıklığı faktörü	0.60 ≤ f <sub>14</sub> ≤ 1.00		
f <sub>15</sub> : Bina önem derecesi faktörü	1.50	1.40	1.20

## G.2. Temel ve Zemin Düzeltme Faktörleri

Yapıların temel zemini ile ilişkileri; Deprem Bölgesi, Zemin Tipi, Zemin Oturması, Zemin Sıvılaşması, Heyelan, Zemin Büyütmesi, Topoğrafik Etkiler, Temel Tipi, Temel Derinliği ve Yer Altı Su Seviyesi Faktörleri açısından her binada ayrı ayrı uygulanmış ve elde edilen sonuçlar tablo haline getirilmiştir (Tablo 9).

**Tablo 9.** İncelenen 12 bina için temel ve zemin düzeltme faktörleri.

Temel ve Zemin Düzeltme Faktörleri												
No	Kod	Bina Kodu	f <sub>16</sub>	f <sub>17</sub>	f <sub>18</sub>	f <sub>19</sub>	f <sub>20</sub>	f <sub>21</sub>	f <sub>22</sub>	f <sub>23</sub>	f <sub>24</sub>	f <sub>25</sub>
1	1	AKY-2288-2-B	0.40	0.92	0.96	0.98	1.00	0.90	1.00	1.00	0.96	0.98
2	4	AKY-2289-3-B	0.40	0.92	0.96	0.98	1.00	0.90	1.00	0.94	0.96	0.98
3	5	AKY-2295-2-Y	0.40	0.92	0.96	0.98	1.00	0.90	1.00	0.94	0.96	0.98
4	15	AKY-2298-2-B	0.40	0.92	0.96	0.98	1.00	0.90	1.00	1.00	0.98	0.98
5	16	AKY-2274-2-B	0.40	0.92	0.96	0.98	1.00	0.90	1.00	1.00	0.98	0.98
6	17	AKY-2276-3-B	0.40	0.92	0.96	0.98	1.00	0.90	1.00	0.94	0.96	0.98
7	26	AKY-981-2-B	0.40	0.92	0.96	0.98	1.00	0.90	1.00	1.00	0.98	0.98
8	29	AKY-994-4-B	0.40	0.92	0.96	0.96	1.00	0.90	1.00	0.94	0.96	0.98
9	38	AKY-2604-3-B	0.40	0.92	0.96	0.96	1.00	0.90	1.00	1.00	0.98	0.98
10	62	AKY-1979-3-B	0.40	0.92	0.96	0.96	1.00	0.90	1.00	1.00	0.98	0.98
11	88	AKY-2637-4-B	0.40	0.92	0.96	0.98	1.00	0.90	1.00	0.94	0.96	0.98
12	94	AKY-2648-4-B	0.40	0.92	0.96	0.98	1.00	0.90	1.00	1.00	0.98	0.98

Tablo 9'da yer alan kısaltmalar ve referans değerleri aşağıda verilmiştir.

Temel ve Zemin Düzeltme Faktörleri	Referans Değerler			
f <sub>16</sub> : Deprem bölgesi faktörü	0.40	0.30	0.20	0.10
f <sub>17</sub> : Zemin tipi faktörü	1.00	0.96	0.92	
f <sub>18</sub> : Zemin oturması faktörü	1.00	0.98	0.96	
f <sub>19</sub> : Zemin sıvılaşması faktörü	1.00	0.98	0.96	
f <sub>20</sub> : Heyelan Faktörü	1.00	0.98	0.96	

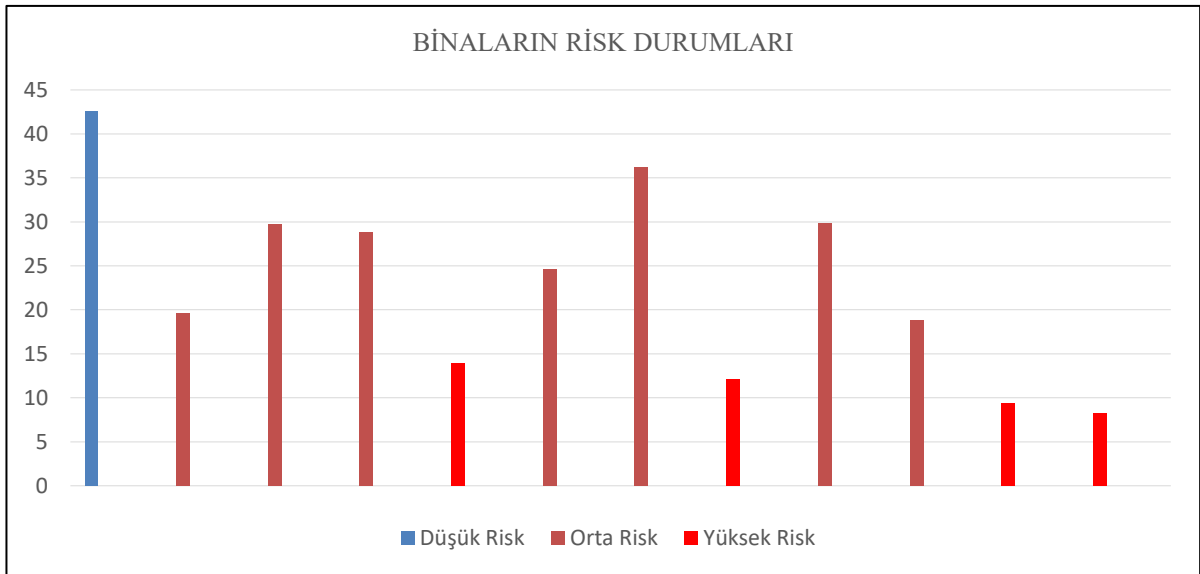
f <sub>21</sub> : Zemin Büyütme Faktörü	1.00	0.90	0.75	
f <sub>22</sub> : Topoğrafik Etkiler Faktörü	1.00	0.90	0.80	
f <sub>23</sub> : Temel Tipi Faktörü	1.00	0.98	0.96	0.94
f <sub>24</sub> : Temel Derinliği Faktörü	1.00	0.98	0.96	
f <sub>25</sub> : Yer Altı Su Seviyesi Faktörü	1.00	0.99	0.98	

## H. BİNALARIN DEPREM RİSK PUANLARININ (P) HESAPLANMASI

Akyazı ilçe merkezindeki eski yerleşim alanında bulunan ve bütün verilerine ulaşılabilen 12 adet binanın Deprem Risk durumlarının belirlenebilmesi amacı ile Çok Faktörlü P-25 Metodu uygulanmıştır. 25 adet düzeltme faktörünün uygulandığı işlem basamaklarından sonra her bina için "P = K ∏<sub>i=1</sub><sup>25</sup> f<sub>i</sub>" formülü ile Deprem Risk Puanları hesaplanmıştır. Bu puanlara göre binalar "Düşük Riskli", "Orta Riskli" ve "Yüksek Riskli" olmak üzere üç gruba ayrılmış ve sonuçlar tablo 10'da gösterilmiştir. Şekil 4'de ise binaların yüksek risk, orta risk ve düşük risk puanlarını gösteren grafik verilmektedir.

Tablo 10. Binaların deprem risk puanları ve risk durumları.

Binaların Performans Puanları ve Risk Durumları						
No	Kod No	Bina Kodu	Performans Puanı	Deprem Risk Durumu		
				P≥40 ise Düşük Riskli	40>P>15 ise Orta Riskli	15≥P ise Yüksek Riskli
1	1	AKY-2288-2-B	42.568	Düşük Risk		
2	4	AKY-2289-3-B	19.595		Orta Riskli	
3	5	AKY-2295-2-Y	29.709		Orta Riskli	
4	15	AKY-2298-2-B	28.770		Orta Riskli	
5	16	AKY-2274-2-B	13.952			Yüksek Riskli
6	17	AKY-2276-3-B	24.562		Orta Riskli	
7	26	AKY-981-2-B	36.218		Orta Riskli	
8	29	AKY-994-4-B	12.124			Yüksek Riskli
9	38	AKY-2604-3-B	29.847		Orta Riskli	
10	62	AKY-1979-3-B	18.856		Orta Riskli	
11	88	AKY-2637-4-B	9.380			Yüksek Riskli
12	94	AKY-2637-4-B	8.251			Yüksek Riskli



Şekil 4. Binaların risk durumlarının grafiksel gösterimi.



İncelenen 12 binanın deprem risk durumları incelendiğinde; AKY-2288-2-B kodlu binanın “Düşük Riskli” grupta, AKY-2289-3-B, AKY-2295-2-Y, AKY-2298-2-B, AKY-2276-3-B, AKY-981-2-B, AKY-2604-3-B ve AKY-1979-3-B kodlu binaların “Orta Riskli” grupta, AKY-2274-2-B, AKY-994-4-B, AKY-2637-4-B ve AKY-2637-4-B kodlu binaların ise “Yüksek Riskli” grupta olduğu belirlenmiştir. Bu durumda, 12 binadan 1 binanın “Düşük Riskli”, 7 binanın “Riskli” ve 4 binanın da “Çok Riskli” grupta yer aldığı belirlenmiştir.

## **V. SONUC**

Sakarya İli, Akyazı ilçe merkezinde 1967-1999 depremleri arasında yapılan 12 eski binanın mimari ve statik projelerine ulaşılmış ve bu binaların deprem risk durumları çok faktörlü bir model ile belirlenmiştir. Bu amaçla, ilk olarak yerinde inceleme ve gözlem yapılarak öncelik sırasına göre riskli olduğu düşünülen binalar tespit edilmiştir. İkinci aşamada, bu yapılar çok faktörlü P-25 metodu ile değerlendirilmiş ve yapıların ilk deprem risk puanları oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada ise riskli olduğu belirlenen yapıların mimari ve statik projeleri de incelenerek puanlandırılmış ve toplam risk puanları elde edilmiştir. Buna göre binaların yaklaşık %8’ inin düşük riskli, % 58’nin orta riskli ve %34’ünün de yüksek riskli olduğu, orta ve yüksek riskli binaların ise toplamda % 92 oranında olduğu tespit edilmiştir.

Söz konusu alanda deprem riski bakımından çok faktörlü P-25 metodu ile incelenen 12 binadan 1 tanesinin “Düşük Riskli” olduğu, 7 tanesinin “Orta Riskli” ve 4 tanesinin de “Yüksek Riskli” bina grubunda yer aldığı tespit edilmiştir. Akyazı ilçe merkezindeki eski yerleşim yerinde bulunan ve halen kullanılan binaların neredeyse tamamının 1967 ile 1999 yılları arasında yaklaşık 20-50 yıl önce yapıldığı dikkate alındığında mevcut binaların çok büyük bölümünün deprem açısından riskli binalar olduğu ve olası bir depremde can ve mal kayıpları açısından ağır bir tablonun oluşabileceği söylenebilir. Olası can ve mal kayıplarının en aza indirilebilmesi için Sakarya ilinde başta Akyazı ilçe merkezi olmak üzere mevcut yapıların incelenerek 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkındaki Kanunun yürürlüğe girmesinden önce yapılan binaların tespit edilmesi, gerek mevcut kentsel dönüşüm yöntemleri gerekse yeni geliştirilecek yöntemler doğrultusunda kentsel dönüşüm programlarının yapılması ve yapılan bu programların acilen uygulanması gerektiği değerlendirilmektedir. Ülkemizde kentsel dönüşüm uygulamalarının yasal dayanağı olan 5393 sayılı Belediye Kanunu’nun 73. maddesi ve 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkındaki Kanunun daha net ve kesin sonuç verecek şekilde özellikle kentsel dönüşüm sürecini kesintiye uğratan ve çoğu zaman kentsel dönüşüm programlarını ekonomik zarar haline getiren hukuki süreçlerin en aza indirilmesi ve başlayan hukuki süreçlerin ise ivedilikle tamamlanacak şekilde güncellenmesi doğru olacaktır.

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, özellikle kent merkezlerinde mevcut yapıların olduğu alanlarda sürekli artan yapı ihtiyacının parsel bazında değil, ada veya adalar bazında yeni imar uygulamaları ile planlanması ve kent merkezlerinin afet risklerine hazır hale getirilmesi sağlanabilecektir.

## **V. KAYNAKLAR**

- [1] A. H. Aydın ve Ö. Çamur , "Kentsel dönüşüm uygulamalarında başarılı dünya örnekleri: Danbara, Solidere, Rio de Janeiro", Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, c. 6, sayı. 1, ss. 53-68, 2016.
- [2] R. Temur, "Hızlı Durum Tespit (DURTES) yöntemi ve bilgisayar programının geliştirilmesi," Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2006.
- [3] K. Unat, “1943 Adapazarı-Hendek Depremi ve Yankıları”, Ankara Üniversitesi Türk İnkılap Tarihi Enstitüsü Atatürk Yolu Dergisi, c. 16, sayı. 63, ss. 365-385, 2018.
- [4] Ö. F. Nematlı, B. Balun ve A. Sarı, "Mevcut yapıların depreme hazırlık değerlendirmesi: Bingöl ili örneği", Türk Deprem Araştırma Dergisi, c. 3, s. 1, ss. 92-109, 2021,
- [5] B. Özmen, “Türkiye deprem bölgeleri haritalarının tarihsel gelişimi”, Türkiye Jeoloji Bülteni, c. 55, s. 1, ss. 43-55, 2012.

- [6] Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, *Türkiye Deprem Tehlike Haritası*, Ankara,, 2018. (<https://www.afad.gov.tr/turkiye-deprem-tehlike-haritasi>)
- [7] 5393 sayılı Belediye Kanunu, T.C. Resmi Gazete, Sayı: 25874, 3/7/2005.
- [8] 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun, T.C. Resmi Gazete, Sayı: 28309, 16/5/2012.
- [9] S. Tüysüz, "Betonarme binaların göçme riskinin hızlı değerlendirme yöntemleri ile belirlenmesi P25 puanlama yöntemi, Yüksek Lisans Tezi", İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2007.
- [10] Ö. A. Erşahan, M. M. Köse, ve S. Avğın, "P25 metodu ile Kahramanmaraş yapı stokunun incelenmesi", Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, c. 23, s. 1, ss. 9-21, 2020.
- [11] Akyazı Belediyesi. (2022, 02 Şubat). Kent Bilgi Sistemi. [Çevrimiçi]. Erişim: <http://kentrehberi.akyazi.bel.tr/>
- [12] Adres Kayıt Sistemi. (2022, 02 Şubat). [Çevrimiçi]. Erişim: <https://adres.nvi.gov.tr/>
- [13] Adatok Mühendislik, "Akyazı ilçe merkezi mikrobölgeleme etüt raporu", Türkiye, Rap. 2015.
- [14] Boğaziçi Üniversitesi. (2022, 02 Şubat). Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü. [Çevrimiçi]. Erişim: <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/tr/>
- [15] TBMM, "Araştırma komisyon raporu", Türkiye, Rap. Tem, 2010.
- [16] Akyazı Kaymakamlığı, Afet acil yardım planı raporu, 2002.