

Türkiye’de Değişen Yapı Özelliklerinin Karşılaştırmalı İncelemesi

Bekir Özer AY^{*1} ORCID 0000-0001-7566-6710

Tuba EROĞLU AZAK² ORCID 0000-0002-4799-1580

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Ankara
²Milli Savunma Üniversitesi, Kara Harp Okulu, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara

Geliş tarihi: 10.05.2021

Kabul tarihi: 10.12.2021

Atıf şekli/ How to cite: AY, B.Ö., AZAK, T.E., (2021). Türkiye’de Değişen Yapı Özelliklerinin Karşılaştırmalı İncelemesi. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 36(4), 1111-1126.

Öz

Deprem tehlikesi, bir bölgenin sismotektonik yapısıyla ilgili bir konu iken; deprem riski, deprem tehlikesi altındaki yapıların davranışını ele alarak belirli bir zaman dilimi için sismik kayıp ve hasarların aşılma olasılıklarını ifade eder. Bu nedenle, deprem riski hesaplanırken dikkate alınan bölgedeki yapıların deprem davranışını etkileyen özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir. Türk yapı stoku, zaman içerisinde artan nüfusa cevap verebilmek amacıyla son yıllarda hızla büyümüş, yeni konut iştahı ve değişen sosyoekonomik yapı gibi faktörler etkisinde zamana ve lokasyona göre büyük değişim göstermiştir. Ayrıca, depreme dayanıklı yapı tasarımı ile ilgili yönetmelikler ve inşaat uygulamalarındaki ilerlemeler son yıllarda yapı özelliklerinin değişmesine sebep olmuştur. Bu bağlamda, farklı zaman dilimlerinde inşa edilmiş yapıların yerel karakteristiklerini gerçekçi bir şekilde dikkate alan uygun deprem kayıp modellerinin kullanımı önem kazanmıştır. Ancak Türk yapı stoku ile ilgili çalışmalar bölgesel veya nispeten eski verilere dayalıdır. Bu çalışmada, deprem riski ve kayıp hesaplarında kullanılacak bina bilgilerinin derlenmesi ve bina tipi yapıların temsili modellerinin oluşturulması için gerekli olan istatistiki verinin üretilmesi hedeflenmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu tarafından sağlanan 2000 Bina Sayımı verileri ve Yapı İzin İstatistikleri kullanılarak istatistiksel bir araştırma yapılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Bu çalışmada incelenen yeni yapı stokunun kullanım amacı, taşıyıcı sistem tipi, dolgu duvar malzemesi ve barındırdığı nüfus oranı özellikleri 2000 Bina Sayımı verileri ile karşılaştırılmış; birleştirilmiş bina veri tabanı üzerinden Türk bina stokunun yıllar içinde gösterdiği değişim ortaya konulmuştur. Sunulan istatistiki veriler deprem risk ve kayıp hesaplarında rahatlıkla kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Türk bina stoku, Deprem riski, Türk yapı stokunun özellikleri, İstatistiksel çalışma

A Comparative Investigation of Changing Building Characteristics in Turkey

Abstract

While seismic hazard is solely related to the seismotectonic structure of the region under consideration, seismic risk further combines earthquake-induced hazard with structural vulnerability and represents seismic loss or damage that is exceeded in a given time period. To this end, for seismic risk assessments, it is essential to acquire properties of the building stock in the subject area. The Turkish building stock

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Bekir Özer AY, ozer@metu.edu.tr

has undergone great expansion in the last decades to meet the housing needs of the growing population. It exhibits great changes both in time and from region to region due to several factors such as technological developments and regional differences in construction practice. Moreover, design characteristics have been altered within the last decades because of changing socioeconomic factors and regulations related to earthquake-safe design. In this sense, it is of prime importance to utilize proper earthquake loss models that are able to consider the local characteristics of building stocks built in different time spans in a realistic way. Regarding the Turkish building stock, studies in the literature are relatively limited and are based on quite old data. Therefore, the major goal of this study is to compile general characteristics of Turkish buildings that are believed to be necessary to generate representative building models and perform realistic loss estimations. Accordingly, a statistical survey was carried out on the properties of Turkish building stock using the 2000 Building Census data harmonized with Building Permit Statistics disseminated by the Turkish Statistical Institute. By including the relatively new Turkish building stock, this study compiled information about building properties such as the building use, structural system, infill wall material and the percentage of occupants in the population. These statistics are deemed to be used for earthquake damage and loss estimation studies in Turkey.

Keywords: Turkish building stock, Earthquake risk, Characteristics of the Turkish building stock, Statistical study

1. GİRİŞ

Bir deprem ülkesi olan Türkiye’de yaşanan büyük depremler yalnızca çok sayıda can kaybına sebep olmakla kalmamış, doğrudan ya da dolaylı ekonomik kayıplar sebebiyle ülke ekonomisine büyük darbe vurmuştur. Resmi kayıtlar, 1999 yılında art arda meydana gelen Kocaeli ve Düzce depremlerinde sırasıyla 17.322 ve 950 kişinin hayatını kaybettiğini göstermektedir [1]. Bu depremlerin sebep olduğu doğrudan ve dolaylı ekonomik kayıpların ise 16 milyar dolara ulaştığı tahmin edilmektedir [2]. Kocaeli ve Düzce depremleri sonrasında, özellikle deprem tehlikesinin fazla olduğu büyük şehirlerde deprem zararlarının azaltılmasına yönelik binaların performans tahkikleri ve güçlendirme/yeniden yapımı konusunda çalışmalar başlatılmış ancak 2003 Bingöl, 2011 Van ve 2020 İzmir depremlerinde önemli can ve mal kayıpları görülmeye devam edilmiştir. Deprem zararlarının azaltılmasına ve afet yönetimine yönelik çalışmaların başarıya ulaşması, deprem sonucunda oluşabilecek kayıpların doğru tahmin edilmesini gerektirir. Deprem kayıplarının gerçekçi bir şekilde tahmini ise deprem tehlikesinin ve bu tehlike altındaki yapıların davranışının doğru bir şekilde tespit edilmesi ile mümkündür.

Pasifik Deprem Mühendisliği Araştırma (PEER) Merkezi deprem tehlikesi hesabından deprem riskine, kayıp tahminine ve karar aşamasına kadar tüm adımların ayrı ayrı analiz edilebileceği ve bağlantı parametreleri ile birleştirilebileceği performans dayalı bir deprem mühendisliği modeli ortaya koymuştur [3]. Bu modelin bileşenlerinden biri de yapıların deprem etkileri altında, seçilen bir mühendislik istem parametresine bağlı hasargörebilirlik eğrilerinin oluşturulmasıdır. Hasargörebilirlik eğrileri tek bir yapı için oluşturulabileceği gibi belli bir bölgenin risk ve kayıp hesaplarında kullanılmak üzere de elde edilebilir. Ancak belirli bir bölge ele alındığında, bu alanda yer alan yapıların ortak özelliklerini dikkate alan ve yapı stokunu en iyi şekilde temsil edebilecek modellerinin oluşturulması, çalışmanın gerçekçi sonuçlar vermesi açısından oldukça önemlidir. Bu bağlamda GEM (Global Earthquake Model) Vakfı deprem riski hesabının tüm ülkelerde en gerçekçi şekilde yapılması ve yapı stoku bilgisinin derlenmesi üzerine önemli çalışmalar yapmaktadır [4].

Türkiye, yirminci yüzyılın ikinci yarısından sonra hızlanan nüfus artışı ve büyük şehirlere göç nedeniyle plansız kentleşmeye maruz kalmıştır. Kentlerde yoğunlaşan nüfusun acil ve nispeten düşük maliyetli barınma ihtiyacı hem yerleşim

alanlarının deprem tehlikesi yüksek bölgelere kaymasına hem de deprem güvenliği zayıf yapı stokunun büyümesine sebep olmuştur. Her ne kadar yeni deprem yönetmelikleri ve müteahhitlik hizmetlerinin kalite kontrolü Türk yapı stokunun zaman içerisinde iyileşmesine imkân veriyorsa da yumuşak kat, kısa kolon, kuvvetli giriş zayıf kolon gibi sistem yetersizlikleri ve tasarım kusurları barındıran binalar yapı stokumuzun önemli bir oranı teşkil etmeye devam etmektedir. Hem yeni binaların hem de deprem güvenliği zayıf nispeten eski binaların karakteristik özelliklerinin bilinmesi ülkemizin deprem risk ve kayıp hesaplarının doğru yapılabilmesi için büyük önem taşımaktadır.

Türk yapı stokunun karakteristik özelliklerinin bütüncül bir şekilde ele alındığı çalışmalar literatürde nispeten azdır. Mevcut çalışmalar genellikle belirli bir bölgedeki sınırlı sayıda binayı dikkate almakta (örn [5-6]) ve çoğunlukla Marmara Bölgesi'nin ya da İstanbul'un yapı stoku üzerine yoğunlaşmaktadır (örn. [7-9]). Örneğin [7] ve [8] çalışmalarında, başta İstanbul'da olmak üzere kuzey Marmara'da bulunan betonarme binaların karakteristik özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmalarda, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından sunulan 2000 yılı Bina Sayımı [10] verileri kullanılmış, dikkate alınan bölgedeki bina stokunun taşıyıcı sistem tipi, kat sayısı, yapım yılı gibi genel özellikleri ortaya konmuştur. Bununla beraber, taşıyıcı sistem tipi, deprem şartnamesine uygunluk ve döşeme tipi özelliklerine göre oluşturulan örnek bina kümeleri daha detaylı bir incelemeye tabi tutulmuş ve giriş yüksekliği, kat alanı, kat yüksekliği, beton kalitesi, yapısal duvar kalınlığı vb. parametreler incelenmiştir. Benzer bir çalışma [11] tarafından İstanbul'un Zeytinburnu, Küçükçekmece ve Bakırköy ilçeleri ile Düzce iline ait bina envanterleri kullanılarak yapılmış; binalar, kat sayısı, kat yüksekliği, sürekli çerçeve sayısı, kolonlar arası açıklık, kolon boyutu ve kolon kuvvetli yönü – bina kuvvetli yönü ilişkisi açısından incelenmiştir. Ayrıca, [11] Türkiye'de sıklıkla karşılaşılan bir durum olan kolonların kesit alanının üst katlarda azaltılması açısından da bir değerlendirme sunmuştur. Bu bağlamda, [11] tarafından yapılan çalışma, deprem kayıp tahminlerinde kullanılacak

modellerin oluşturulması için önemli bir bilgi sunmakla birlikte kullanılan bina envanterinin spesifik bir bölgeye ait olması açısından Türk yapı stokunun tümünü temsil etmemektedir.

Türk yapı stokunun tamamını dikkate alan ve binaların özelliklerini il bazında ortaya koyan kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca mevcut çalışmalar çoğunlukla eski bina envanterlerine dayalı oldukları için özellikle 2000 sonrası üretilen nitelik ve nicelik açısından farklı yeni yapı stoku da dikkate alınmalıdır. Türkiye ölçeğinde bina özelliklerinin çıkartılması şüphesiz çok sayıda binanın incelenmesi ile mümkün olmakla beraber, zaman ve iş gücü olarak oldukça külfetlidir. Bu açıdan bakıldığında güncel veri kaynaklarının derlenmesi ve uyumlulaştırılması Türkiye'deki yapı stoku hakkında il bazında kapsamlı bilginin elde edilmesine olanak sağlayacaktır. Bu verilerinin işlenmesi ile de Türkiye'deki binaları temsil eden analitik modellerin oluşturulması veya deprem kayıp hesaplarında kullanılacak bina envanterinin elde edilmesi mümkün olabilecektir.

Türk yapı stokunun tamamı hakkında bilgi sunan en önemli kaynak, TÜİK tarafından yayımlanan bina verileridir. Türkiye'deki bina tipi yapılar 2000 yılına kadar belirli aralıklarla TÜİK tarafından sayılmış ve binalar birtakım özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. TÜİK tarafından en son 2000 yılında bina sayımı yapılmış, sonrasında bu kapsamda bir bina sayım istatistiği yayımlanmamıştır. Bir başka ifade ile son bina sayım istatistikleri güncelliğini yitirmiştir. TÜİK tarafından sağlanan bir diğer veri kaynağı ise 1992 yılından itibaren yapı izni almış tüm binalara ait bilgilerin derlendiği Yapı İzin İstatistikleridir. TÜİK, hem 2000 Bina Sayımı verilerini hem de Yapı İzin İstatistiklerini tüm Türkiye için farklı kaynaklarda sunmakta, ancak bu verilerin çözünürlüğü kaynaktan kaynağa ve yıldan yıla değişiklik göstermektedir. Bu çalışmanın temel amacı TÜİK tarafından sunulan 2000 Bina Sayımı ile Yapı İzin İstatistiklerini karşılaştırarak, Türk yapı stokunun özelliklerini ve bunların zamana bağlı değişimini ortaya koymaktır. Elde edilen veriler, Türk yapı stokunun temsili modellerinin daha gerçekçi bir

şekilde oluşturulmasında ve kayıp hesaplarında kullanılacak bina envanterinin elde edilmesinde rahatlıkla kullanılabilir.

2. YÖNTEM

2.1. TÜİK Bina Stoku Veri Tabanları

2.1.1. 2000 Bina Sayımı

2000 Bina Sayımı, 1984 yılında yine TÜİK tarafından yapılan bina sayımından 16 yıl sonra gerçekleştirilmiş ve Türkiye genelinde toplam 7.838.675 binada 16.235.830 daire (bina başına düşen daire sayısı yaklaşık 2,4) sayılmıştır. 2000 Bina Sayımında incelenen başlıca parametreler, binanın bitiş yılı, bina kullanım amacı, binanın sahibi, taşıyıcı sistem tipi, dolgu malzemesi türü, bina alanı ve toplam kat sayısı olarak sıralanabilir.

2.1.2. TÜİK Yapı İzin İstatistikleri

“Yapı Kullanma İzin Belgesi” formunun yapı ruhsatı sahipleri tarafından düzenlenmesi 2001 yılından itibaren zorunlu hale getirilmiştir. Düzenlenen Yapı İzin İstatistikleri TÜİK tarafından aylık olarak derlenmekte ve yıllık olarak kullanıcıların yararına sunulmaktadır [12]. Bina dışı inşaat türleri ve ruhsatsız yapılar TÜİK Yapı İzin İstatistikleri kapsamı dışında tutulmuştur. TÜİK verilerine göre 2001 ve 2015 yılları arasında geçen sürede yapı kullanma izin belgesi almış 1.221.607 adet ruhsatlı binada 6.194.426 daire bulunmaktadır 2001-2015 yılları arasında yapı kullanım izni almış binalarda bina başına düşen daire sayısına bakılacak olunursa, Türkiye ortalamasının 5,1 olduğu görülmektedir. 2000 Bina Sayımı verileri ile karşılaştırıldığında bina stokumuzdaki nitel ve nicel değişimin hızla devam ettiği sonucuna varılabilir.

2.1.3. Çalışmada Dikkate Alınan Bina Özellikleri ve İnceleme Yöntemleri

Çalışmada ele alınan veri tabanları kullanılarak, bina kayıp modellerinin elde edilmesinde, deprem risklerinin belirlenmesinde ve Türk yapı stoku için

temsili modellerin oluşturulmasında önem arz eden bina parametreleri derlenmiştir. Bu çalışmada derlenen bina parametreleri bina kullanım amacı, taşıyıcı sistem, bina dolgu malzemesi ve barındırdığı nüfus oranıdır.

Deprem kayıp çalışmalarında binaların kullanım amacı ve deprem dayanımı düşük binalarda yaşayan nüfus oranı sosyal hasargörebilirliğin hesaba katılabilmesi açısından önemlidir. Bu bağlamda binaların kullanım amacı bilgisi çalışmada sunulan istatistiklere dahil edilmiştir. Binalar ikamet amaçlı (İA) ve ikamet amaçlı olmayan (İO) şeklinde gruplanmıştır.

2000 sonrasında üretilen yapı stokunun, 1997 tarihli “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” [13] ve 2000 tarihli “Yapı Denetimi Hakkında Kanun” [14] sebebiyle 2000 öncesi yapı stokundan büyük farklılıklar gösterdiği ortadadır. Bu nedenle, 2000 yılı öncesinde üretilen binaların deprem davranışına etki eden özelliklerinin 2000 sonrası üretilenler ile karşılaştırılması, mevcut yapı stokunun deprem riski açısından önemlidir.

Yapısal hasargörebilirliği ve deprem kayıp hesaplarını etkileyen en önemli parametrelerin başında taşıyıcı sistem tipi gelmektedir. Deprem riski ve kayıp hesaplarının gerçekçi bir biçimde ortaya konması, yapı stokundaki binalara ait taşıyıcı sistem bilgisinin elde edilmesi ise mümkündür. Bu bağlamda çalışmada dikkate alınan bina özelliklerinden biri olan taşıyıcı sistem büyük önem arz etmektedir.

Bina dolgu malzemesi, yapı istatistiklerinde dikkate alınan diğer parametrelere nazaran çoğunlukla ikincil öneme sahip bir parametre olarak görülmektedir. Taşıyıcı sistemi çerçeve (TÜİK verilerinde iskelet) olan binalarda dolgu duvar malzemesinin yük taşıma görevi yoktur. Ancak dolgu duvarların ve malzeme tipinin yapıların sismik davranışına etkileri olduğu, özellikle yüklerin sadece çerçeveler ile taşındığı binalarda katlar arası ötelenmeyi değiştirdikleri bilinmektedir [8, 15-17]. Buna ek olarak Türkiye’deki yığma yapılar ile ilgili çalışmalar (örn. [18]), hasargörebilirliğin yük taşıyan

duvarların malzemesi ile kuvvetli ilişkisini ortaya koymaktadır. Tüm bunlar dikkate alındığında dolgu malzemesi tipinin Türkiye'deki yapı stokunun büyük kısmını oluşturan betonarme çerçeveli ve yığma yapıların hasargörebilirliğinde kritik öneme sahip olduğu söylenebilir.

Türkiye bina stokunun genel özellikleri, inşaat teknolojisindeki gelişmeler, değişen sosyal ihtiyaçlar, yeni bina şartnameleri ve deprem gibi büyük doğal afetler ile birlikte zaman içinde değişimler göstermiştir. Ayrıca, yapı stoku son yıllarda nicel ve nitel açıdan değişim gerçekleştirmiştir. Bu açıdan bakıldığında yapı stokumuzun temel özelliklerinin zamana bağlı olarak değişiminin incelenmesi Türkiye ile ilgili yapılacak deprem kaybı ve risk yönetimi çalışmalarının gerçekçi bir şekilde yürütülmesine büyük katkı sağlayacaktır. 2000 Bina Sayımına göre binalara ait veriler bitiş tarihlerine göre onar yıllık zaman dilimlerinde gruplanmıştır. Yapı

kullanım izni verileri ise yıl bazında sunulmaktadır. Bu bağlamda, dikkate alınan parametrelerin zaman içerisindeki değişimini gözleyebilmek adına Yapı İzin İstatistikleri 2001-2009 ve 2010-2015 yılları için iki ayrı zaman diliminde gruplandırılarak ilgili parametrelere ait istatistikler dönemsel olarak incelenmiştir.

2.1.4. 2000 Yılı Bina Sayımı ve 2001-2015 Yılları Yapı İzin İstatistiklerinin Uyumlu Hale Getirilmesi

2000 Bina Sayımı ve Yapı İzin İstatistikleri yapıların deprem risk ve kayıp hesaplarını etkileyen bina kullanım amacı, taşıyıcı sistem ve dolgu malzemesi değişkenlerini sunmaktadır. Bu değişkenlere ait alt sınıflar ise 2000 Bina Sayımı ve Yapı İzin İstatistiklerinde bazı farklılıklar göstermektedir. Çizelge 1, her iki veri tabanında kullanılan değişkenleri, bunların açıklamalarını ve alt sınıflarını sunmaktadır.

Çizelge 1. 2000 Bina Sayımı ve 2001-2015 Yapı İzin İstatistiklerinde dikkate alınan değişkenler ve değişken tipleri

Değişken Tipleri			
Değişken İsmi	Açıklama	2000 Bina Sayımı	Yapı İzin İstatistikleri (2001-2015)
Kullanım Amacı	Binanın ne amaçla kullanıldığı ifade etmektedir	Konut, Çoğunlukla Konut, Çoğunlukla İşyeri, Diğer	İkamet amaçlı ve ikamet amaçlı olmayan
Taşıyıcı Sistem	Yapının ağırlığını taşıyan inşaat tarzını ifade etmektedir	İskelet, Yığma, Tünel Kalıp, Önüretimli (Prefabrik), Bilinmeyen	İskelet (Çelik, Ahşap, Betonarme), Yığma, Kompozit, Önüretimli (Prefabrik)
Dolgu Malzemesi	Duvarlar için kullanılan dolgu malzemesidir	Çelik levha, beton blok, briket, tuğla, ahşap, taş, kerpiç	Beton blok, briket, tuğla, ahşap, taş, kerpiç, gaz beton, hafif panel, diğer

TÜİK verilerini kullanarak Türk yapı stokunun yıllar içindeki değişimini ortaya koyabilmek, deprem kayıp ve risk hesaplarında kullanılacak tek bir bina veri tabanı hazırlayabilmek öncelikle farklı yaklaşım, tanım ve yöntemler ile toplanmış verileri uyumlu hale getirmeyi gerektirmektedir. Çizelge 1'de görüldüğü üzere 2000 Bina Sayımı istatistiklerinde, binaların kullanım amacı konut, çoğunlukla konut ve çoğunlukla iş yeri olmak üzere 3 ana sınıf altında değerlendirilmiş ve bunun dışındakiler diğer kategorisinde sayılmıştır. Yapı İzin İstatistiklerinde ise binalar, kullanım

amaçlarına göre ikamet amaçlı ve ikamet amaçlı olmayan bina ana başlıkları altında toplanmıştır. Bu çalışmadaki karşılaştırmalarda, kullanım amacı istatistikleri ikamet amaçlı ve ikamet amaçlı olmayan binalar olarak iki kategoride sunulmaktadır. Bu nedenle, ikamet amaçlı bina istatistikleri için 2000 Bina Sayımındaki konut ve çoğunlukla konut olarak kullanılan binalar; ikamet amaçlı olmayan bina istatistiklerinde ise çoğunlukla işyeri ve kullanım amacı diğer olarak belirtilen binalar bir arada değerlendirilmiştir.

2000 Bina Sayımında taşıyıcı sistem tipi olarak yığma, iskelet, prefabrik ve tünel kalıp sistem tipleri sayılmıştır. TÜİK iskelet terimi ile çelik, betonarme veya ahşap taşıyıcı elemanların çerçeveler meydana getirdiği ve taşıyıcı olmayan duvarların bu çerçevelerin arasına yerleştirildiği binaları ifade etmektedir [10]. Çerçeve terimi çok daha yaygındır ancak TÜİK ile uyumu korumak adına bu çalışmada iskelet terimi kullanılmıştır. 2001-2015 yılları arası TÜİK Yapı İzin İstatistiklerinde, iskelet taşıyıcı sistem tipi çelik, ahşap ve betonarme olarak sınıflandırılmış, taşıyıcı sistem tipi çerçeveli betonarme sistem, çerçeveli-perdeli betonarme sistem ve perdeli betonarme sistem (tünel kalıp) olan yapılar betonarme iskelet adı altında toplanmıştır. Yapı İzin İstatistiklerinde tünel kalıp ayrı bir taşıyıcı sistem olarak ele alınmamıştır. Bu yüzden 2000 Bina Sayımı verilerindeki tünel kalıp taşıyıcı sistem tipi bu çalışmada sunulacak karşılaştırmalarda iskelet taşıyıcı sistem başlığı altında dikkate alınmış ve taşıyıcı sistem karşılaştırmaları her iki veri tabanında ortak olan yığma, iskelet, prefabrik ve diğer kategorileri için yapılmıştır. Dönemsel (2000 öncesi ve sonrası) karşılaştırmalarda ise daha ayrıntılı bilgi vermek adına her bir veri tabanı kendine özgü taşıyıcı sistem tipi bilgisine göre incelenmiştir.

Çalışmada kullanılan veri tabanlarındaki bir başka farklılık ise dolgu malzemesi ile ilgilidir. 2000 Bina Sayımı verileri bina dolgu malzemesini taşıyıcı sistem tipine göre ayırmaktadır. 2000 Bina Sayımı istatistiklerinde bina dolgu malzemesi, iskelet ve yığma tipi taşıyıcı sistemler için ayrıntılı olarak verilmekte iken önüretimli ve tünel kalıp sistemler için herhangi bir ayrıntı verilmemiştir. 2001-2015 arası Yapı İzin İstatistiklerinde ise dolgu duvar bilgisi her bir iskelet sistem tipine (ahşap, çelik, betonarme) göre ayrı ayrı verilmektedir. Ayrıca 2001-2015 Yapı İzin İstatistiklerinde önüretimli ve kompozit taşıyıcı sistem tipleri için ayrıntılı dolgu malzemesi bilgisi mevcuttur. 2000 Bina Sayımı istatistiklerinde yer alan çelik dolgu malzemesi Yapı İzin İstatistiklerinde bulunmazken, 2000 Bina Sayımında yer almayan gaz beton ve hafif panel değişken tipleri Yapı İzin İstatistiklerinde mevcuttur. Bu sebeple çelik levha, gaz beton ve

hafif panel dolgu malzemeleri yapılacak karşılaştırmalarda diğer kategorisi altında değerlendirilmiştir.

Çalışmanın bir başka kabulü de 2000 yılı bina sayımı verilerinde yer alan binaların halen kullanımda olduğu kabulüdür. Bu kabul 2012 sonrası büyük kentlerde uygulanan kentsel yenileme çalışmaları sonucunda 2000 yılı öncesinde mevcut olan binaların bir kısmının yeni yeni binaların aldığı gerçeğiyle örtüşmemektedir. Ancak TÜİK, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü nezdinde yapılan çalışmalarda kentsel yenileme kapsamına giren bina sayısına ilişkin verilere erişim sağlanamamıştır. Bu çalışmada yıkılan veya kentsel yenileme kapsamına giren yapı sayısının mevcut bina stokunun nispeten küçük bir kısmına karşılık geldiği kabul edilmiş ve bu durumun çalışmada sunulan karşılaştırmalara büyük bir etkisinin olmayacağı varsayılmıştır. Bununla beraber, yıkılan veya kentsel yenileme kapsamına girmiş olan yapıların veri tabanında halen mevcut olması bu çalışmadan elde edilen çıktıların kullanılmasında güvenli tarafta kalınmasına sebep olacaktır. Bu bağlamda, bahsedilen yapı sayısının tüm yapı stokuna nazaran az olması ve veriler ile yapılacak hesapların güvenli tarafta sonuç vermesi çalışmanın kabul edilebilir bir eksik yönüdür.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. Bina Kullanım Amacına Göre Bina Sayısı

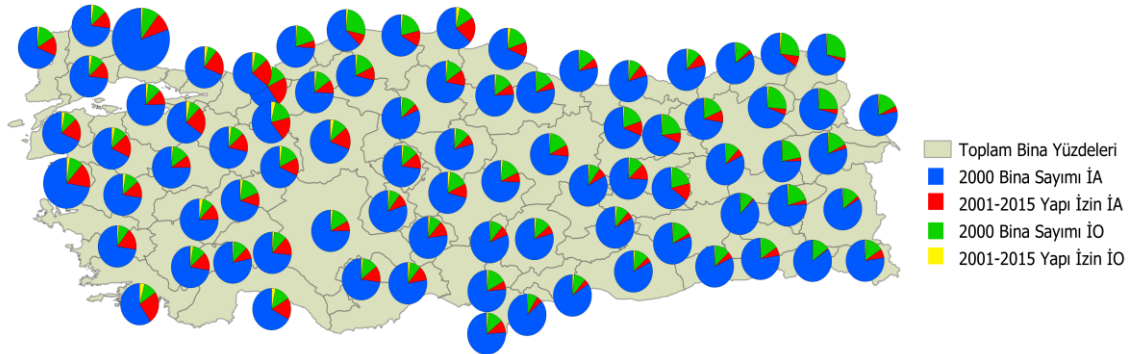
2000 Bina Sayımı ve 2001-2015 TÜİK Yapı İzin İstatistiklerinin birleştirilmesi ile elde edilen veri tabanı Türkiye genelinde toplam 9.060.282 adet bina içermektedir. Bu binalardan 6.735.813’ü 2000 yılı öncesinde ikamet amaçlı olarak inşa edilmiştir. Benzer şekilde 2001-2015 yılları arasında yapı kullanma izin belgesi alan ikamet amaçlı bina sayısı 1.046.563 adettir. İkamet amaçlı olmayan binalar dikkate alındığında ise 2000 yılı bina sayım istatistiklerine göre 1.102.862 bina bulunmaktadır. 2001-2015 yılları arasında yapı kullanma izin belgesi almış ikamet amaçlı olmayan bina sayısı ise 175.044’tür. Bu sayıları

yüzdelerle ifade etmek gerekirse, 2000 yılı öncesi inşa edilmiş ikamet amaçlı olan ve olmayan binalar birleştirilmiş yapı stokunun sırasıyla %74'ünü ve %12'sini oluştururken, 2001-2015 yılları arasında yapı kullanma izin belgesi almış ikamet amaçlı olan ve olmayan binalar birleştirilmiş stokun sırasıyla %12 ve %2'sini oluşturmaktadır. Bu sonuçlar 2000 yılı öncesinde ikamet amaçlı binaların ikamet amaçlı olmayan binalara oranının 2001-2015 yıllarında yapı kullanım izni almış binalarda da büyük oranda değişiklik göstermediğine işaret etmektedir. 2000 Bina Sayımı ve 2001-2015 Yapı İzin İstatistiklerine göre binaların kullanım amacına göre il bazında ayrı ayrı yüzdelik dağılımları Şekil 1'de gösterilmektedir.

Şekil 1'de görüldüğü gibi 2000 yılı öncesi inşa edilmiş ikamet amaçlı binalar tüm illerde il yapı stokunun büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu

bağlamda, Türk yapı stokunu oluşturan binaların büyük bir kısmının eski deprem şartnamelerine göre tasarlanmış ikamet amaçlı binalar olduğu söylenebilir. Bu konunun daha detaylı incelemesi inşaat yılı verilerinin zaman dilimlerine göre incelenmesi ile mümkündür. Söz konusu inceleme makalenin sonraki kısımlarında verilmiştir.

Türk bina stokunda yer alan binaların kullanım amacına göre oranları zaman içinde büyük değişim göstermemiştir. Eldeki veriler ışığında, ikamet amaçlı binaların 2000 Bina Sayımına göre %85,9 olduğu, bu oranın 2001-2015 verilerine göre ise çok değişmediği ve %85,7 olduğu görülmektedir. Bu karşılaştırmalardan yola çıkarak Türk yapı stokunun bina kullanım amacına göre dağılımının zamandan bağımsız olduğu ve ikamet amaçlı olarak kullanılan binaların tüm yapı stokunun yaklaşık %86'lık kısmına karşılık geldiği sonucuna varılabilir.



Şekil 1. Birleştirilmiş bina veri tabanındaki binaların kullanım amacına göre il bazında oransal dağılımları. İA ikamet amaçlı binalar için, İO ise ikamet amaçlı olmayan binalar için kullanılan kısaltmadır

3.2. Taşıyıcı Sistem Tipi

Yapılan incelemeler, 2000 yılı bina sayımı verileri ve 2001-2015 yılları arası yapı kullanım izin istatistiklerinin taşıyıcı sistem konusunda büyük

farklılıklar gösterdiğine işaret etmektedir. Çizelge 2, 2000 Bina Sayımı istatistiklerinde yer alan binaların kullanım amacı ve taşıyıcı sistem tiplerine göre oranlarını göstermektedir.

Çizelge 2. 2000 Bina Sayımı kullanım amacı ve taşıyıcı sistem tiplerine göre bina yüzdeleri

Kullanım amacı	Yığma	İskelet	Prefabrik	Tünel kalıp	Toplam
İkamet amaçlı	%44,43	%41,29	%0,17	%0,076	%85,97
İkamet amaçlı olmayan	%6,72	%7,18	%0,12	%0,005	%14,03

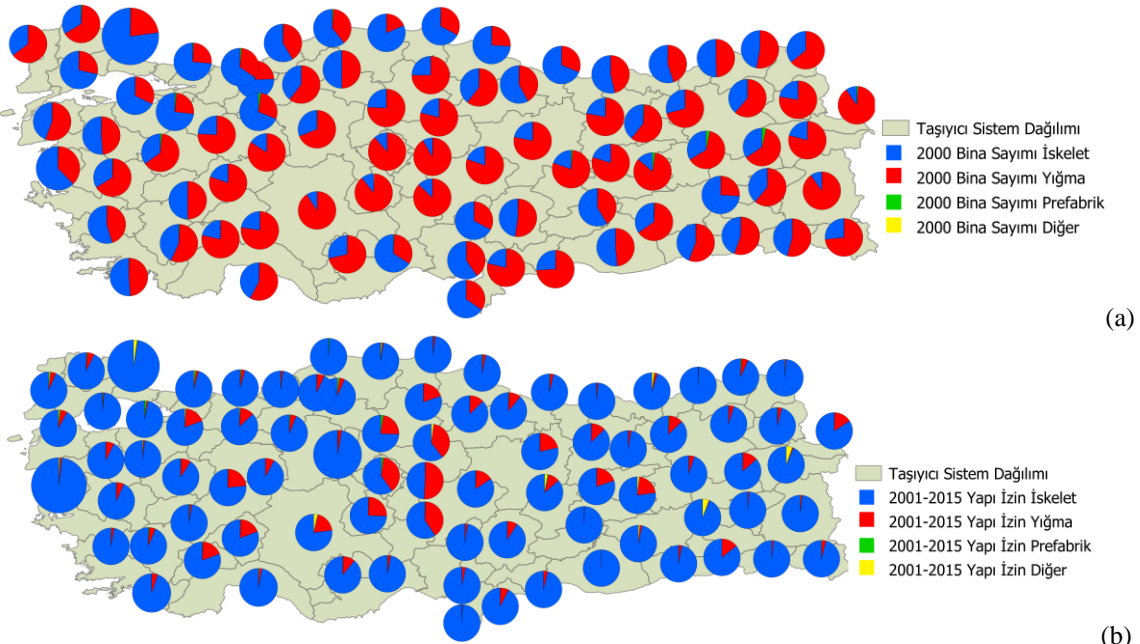
Çizelge 2’de görüldüğü gibi 2000 yılı öncesi inşa edilmiş binaların çoğunluğunu veri tabanının %44,43’üne karşılık gelen ikamet amaçlı yığma tipi binalar oluşturmaktadır. İkinci sırada yer alan ikamet amaçlı iskelet tipi binalar ise 2000 Bina Sayımında yer alan binaların %41,29’unu oluşturmaktadır. Bir başka ifade ile, 2000 yılı öncesi inşa edilmiş yapı stokunun yaklaşık %86’sı ikamet amaçlı kullanılan yığma ve iskelet tipi binalardan oluşmaktadır. Kullanım amacından bağımsız bakıldığında ise yığma ve iskelet taşıyıcı sisteme sahip binaların 2000 öncesi bina stokunun %99,6’sını oluşturduğu görülmektedir.

2001-2015 yılları arası yapı kullanım izni almış binaların kullanım amacı ve taşıyıcı sistem tipine göre dağılımları Çizelge 3’te sunulmaktadır.

Çizelge 3’te sunulan veriler, 2001-2015 yılları arasında yapı kullanım izni almış binaların yaklaşık %91’inin betonarme binalardan oluştuğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan, 2000 sonrası üretilen yapı stokunda yığma taşıyıcı sisteme sahip binaların oldukça az bir orana (%5,7) sahip olduğu görülmüştür. Diğer taşıyıcı sistem tiplerine sahip binalar ise söz konusu veri tabanının sadece %3,5’ini oluşturmaktadır. Bu bağlamda, 2000 yılı sonrası yapı stoku için yapılacak hasargörebilirlik hesaplarında betonarme binalara ait modellerin büyük bir öneme sahip olduğu söylenebilir. Çalışmada kullanılan veri tabanlarında büyük paya sahip olan ikamet amaçlı binaların taşıyıcı sistem tipleri mekânsal olarak il bazında Şekil 2’de incelenmiştir.

Çizelge 3. 2001-2015 Yapı İzin İstatistikleri kullanım amacı ve taşıyıcı sistem tiplerine göre bina yüzdeleri

Kullanım amacı	Yığma	Çelik iskelet	Ahşap iskelet	Betonarme iskelet	Kompozit	Prefabrik	Toplam yüzde
İkamet amaçlı	%5,19	%0,18	%0,20	%79,29	%0,51	%0,30	%85,67
İkamet amaçlı olmayan	%0,51	%0,91	%0,06	%11,51	%0,36	%1,00	%14,33

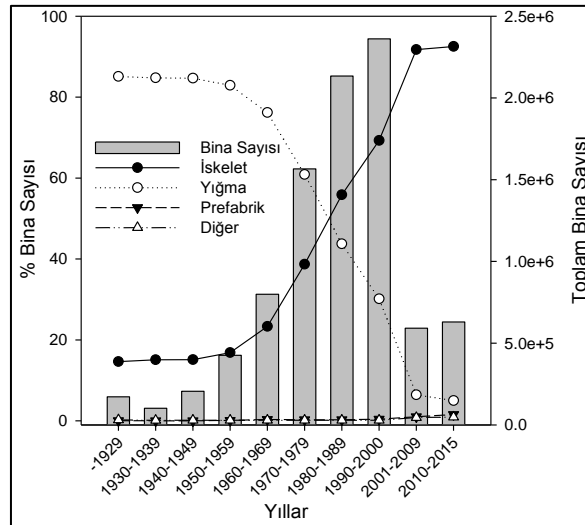


Şekil 2. 2000 yılı bina sayımı verilerine (a) ve 2001-2015 yılı yapı kullanım izni istatistiklerine (b) göre ikamet amaçlı olarak kullanılan binaların il bazında taşıyıcı sistem tipine göre yüzdeleri

Şekil 2’de verilmekte olan dağılımlar her iki veri tabanında ortak olan yığma, iskelet, prefabrik ve diğer kategorileri altında yapılmıştır. Şekil 2’de görüldüğü üzere 2000 öncesinde yığma tipi taşıyıcı sistem en fazla görülen taşıyıcı sistem tipi iken, 2001-2015 yılları arası kullanım izni almış binalar ağırlıklı olarak iskelet tipi taşıyıcı sisteme sahiptir. 2000 yılı öncesinde, özellikle İç Anadolu, Ege, Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerindeki illerde yığma tipi binalar çoğunlukta iken, 2000 sonrasında iskelet tipi taşıyıcı sistem birçok ilde büyük oranlarla hâkimdir. Ancak yine de Yozgat, Nevşehir, Kırşehir ve Niğde gibi illerde halen yığma tipi taşıyıcı sistemin fazlaca kullanıldığı görülmektedir. Şekil 2, ayrıca prefabrik ve diğer taşıyıcı sistem tipinin oldukça az oranda olduğuna işaret etmektedir.

Şekil 3, çalışmada dikkate alınan her bir zaman dilimindeki bina taşıyıcı sistem oranlarını

göstermektedir. Şekil 3’te ayrıca her bir zaman diliminde üretilen bina sayısındaki değişim de gösterilmiştir. Şekil 3’te görüldüğü gibi 1960 yılı öncesi yığma tipi taşıyıcı sistem kullanımı %80’in üzerinde iken 1960 sonrasında iskelet tipi taşıyıcı sistem kullanımı artmış ve 2000 yılında iskelet tipi taşıyıcı sistem oranı %70’e ulaşmıştır. İskelet tipi taşıyıcı sistemin 2001 yılından sonra %90’ın üzerinde bir orana ulaştığı görülmektedir. Eldeki bilgiler ışığında 1980 sonrası inşası tamamlanmış binaların büyük bir kısmının iskelet tipi taşıyıcı sisteme sahip olduğu rahatlıkla söylenebilir. Şekil 3’te verilmekte olan toplam bina sayısı, 2000 yılına kadar bina sayısının oldukça hızlı arttığını göstermektedir. Ancak 2001 yılı sonrasında inşa edilen bina sayısında büyük bir düşüş olduğu görülmüştür. 2001 sonrasında uygulanan zaman dilimleri önceki 10’ar yıllık dönemlere kıyasla daha kısa sürelerle tekabül etmektedir. Ancak yine de 2001 yılı sonrası yapılaşma hızında nispi bir düşüş olduğu gerçektir.

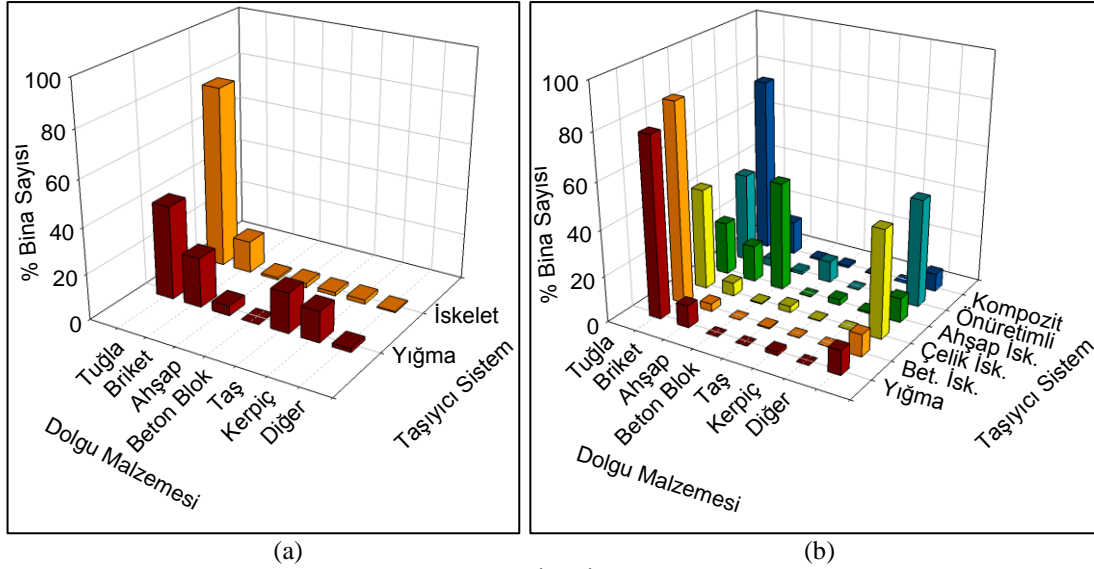


Şekil 3. Birleştirilmiş istatistiklere (2000 Bina Sayımı + 2001-2015 Yapı İzin İstatistikleri) göre taşıyıcı sistem tiplerinin zamana bağlı kullanım yüzdeleri ve üretilen bina sayısının zamana bağlı değişimi

3.3. Dolgu Malzemesi

Daha önce de bahsedildiği gibi, 2000 Bina Sayımı ve 2001-2015 Yapı İzin İstatistiklerinin karşılaştırılabilmesi amacı ile dolgu malzemesi her bir istatistikte mevcut taşıyıcı sistem tipi için ve

sadece ortak dolgu duvar tipleri için incelenmiş, ortak olmayan dolgu malzemesi tipleri “diğer” kategorisinde sunulmuştur. Şekil 4, 2000 yılı bina sayımı ve 2001-2015 Yapı İzin İstatistiklerine göre farklı taşıyıcı sistem tiplerinde kullanılan dolgu malzemesi yüzdelerini göstermektedir.



Şekil 4. 2000 Bina Sayımı (a) ve 2001-2015 Yapı İzin İstatistikleri (b) verilerine göre taşıyıcı sistem tipi ve dolgu malzemesine göre bina yüzdeleri

Şekil 4’de görüldüğü gibi 2000 yılı öncesi inşa edilen iskelet taşıyıcı sisteme sahip binalarda dolgu malzemesi olarak çoğunlukla (%79) tuğla kullanılmaktadır. İskelet tipi sistemlerde ikincil dolgu malzemesi olan briketin ise %14’lük bir kullanım oranı olduğu görülmektedir. 2001-2015 Yapı İzin İstatistiklerine göre ise nispeten yeni bina stokunun %85’inde dolgu malzemesi olarak tuğla kullanılmaktadır. Taşıyıcı sistem tipine göre değerlendirildiğinde betonarme iskelet binaların %86’sında tuğla kullanıldığı görülmektedir. Çelik iskelet tipindeki binalarda ise tuğla ve diğer kategorisinde dolgu malzemesi kullanımı sırasıyla %44 ve %47’lik değerlere sahiptir. Ahşap iskelet sistemine sahip binalarda ise dolgu malzemesi olarak çoğunlukla ahşabın (%51) tercih edildiği görülmektedir. 2001-2015 verileri ayrıca, kompozit taşıyıcı sisteme sahip binalarda öncelikli olarak tuğlanın sonrasında ise briketin yaygın olduğuna işaret etmektedir. Nispeten yeni yapı stokunda (2001-2015 yılları arası) yer alan önüretimli sistemlerde ise diğer kategorisinde yer alan hafif panelin en çok tercih edilen malzeme olduğu görülmektedir. Yığma tipi binalara bakıldığında 2000 yılı öncesinde duvar malzemesi olarak tuğla kullanımı oranının %40 olduğu görülmektedir. 2000 Bina Sayımı verileri, yığma

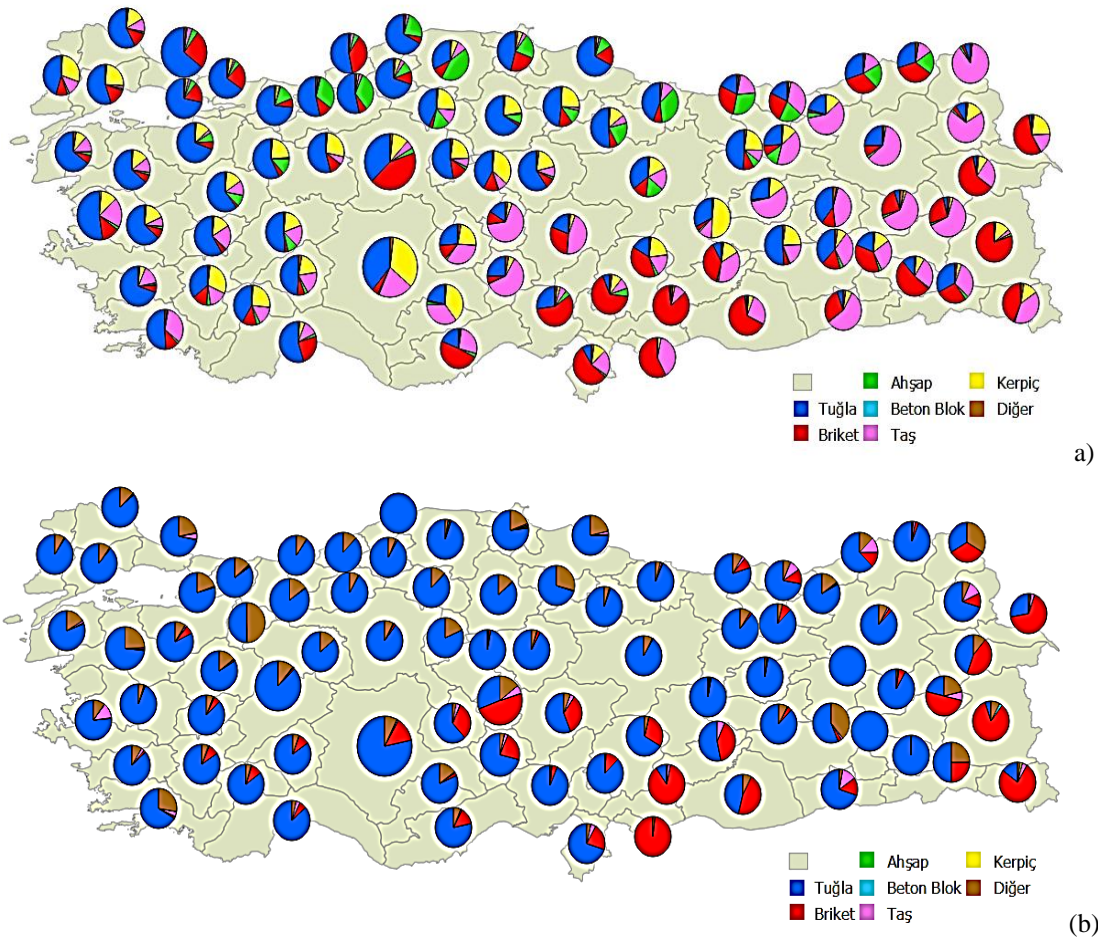
tipi sistemlerde duvar malzemesi olarak briket, taş ve kerpiç kullanım oranlarının sırasıyla %22, %18 ve %14 olduğuna işaret etmektedir. 2001-2015 yılları arasındaki veriler ise yığma tipi taşıyıcı sistemlerde duvar malzemesi olarak tuğla kullanımının oldukça yaygınlaştığını (%78) ortaya koymaktadır. Görüldüğü gibi dolgu malzemesi kullanımı zamana bağlı olarak değişim göstermektedir. Ayrıca eldeki veriler bu durumun bölgesel uygulama farklılıklarına bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Şekil 5’te yığma tipi binalarda 2000 Bina Sayımı ve 2001-2015 Yapı İzin İstatistiklerine göre il bazında dolgu malzemesi kullanım oranları verilmektedir.

Şekil 5’te görüldüğü üzere, 2000 yılı ve öncesi inşa edilen yığma taşıyıcı sisteme sahip binalarda dolgu malzemesi il bazında büyük değişiklik göstermektedir. Özellikle Ege, Marmara, Batı ve Orta Karadeniz Bölgelerindeki illerde tuğla kullanımının büyük bir orana sahip olduğu görülmektedir. Bununla beraber, Doğu Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu’da ve bazı doğu illerinde briket büyük bir orana sahiptir. İç Anadolu ve Doğu Anadolu’nun birçok ilinde ise dolgu

malzemesi olarak taş kullanımı yaygın görünmektedir. Şekil 5 ayrıca, ahşap dolgu malzemesinin Doğu ve Orta Karadeniz Bölgelerinde fazlaca kullanıldığına işaret etmektedir. Şekil 5'te görülen bölgesel uygulama farklılıkları, dolgu malzemesine erişimin ve geleneksel yapı karakteristiklerinin bölgeden

bölgeye değişiklik gösterdiğine işaret etmektedir. 2001-2015 arasında yapı izni almış yığma tipi binalarda ise bu farklılıkların çoğunlukla ortadan kalktığı ve tuğla kullanımının büyük oranda arttığı görülmektedir. Bazı Doğu ve Güneydoğu Anadolu illerinde ise briket hala tuğlaya göre daha fazla tercih edilmektedir.



Şekil 5. 2000 Bina Sayımına (a) ve 2001-2015 Yapı İzin İstatistiklerine (b) göre yığma taşıyıcı sisteme sahip binalarda il bazında dolgu malzemesi kullanım yüzdeleri

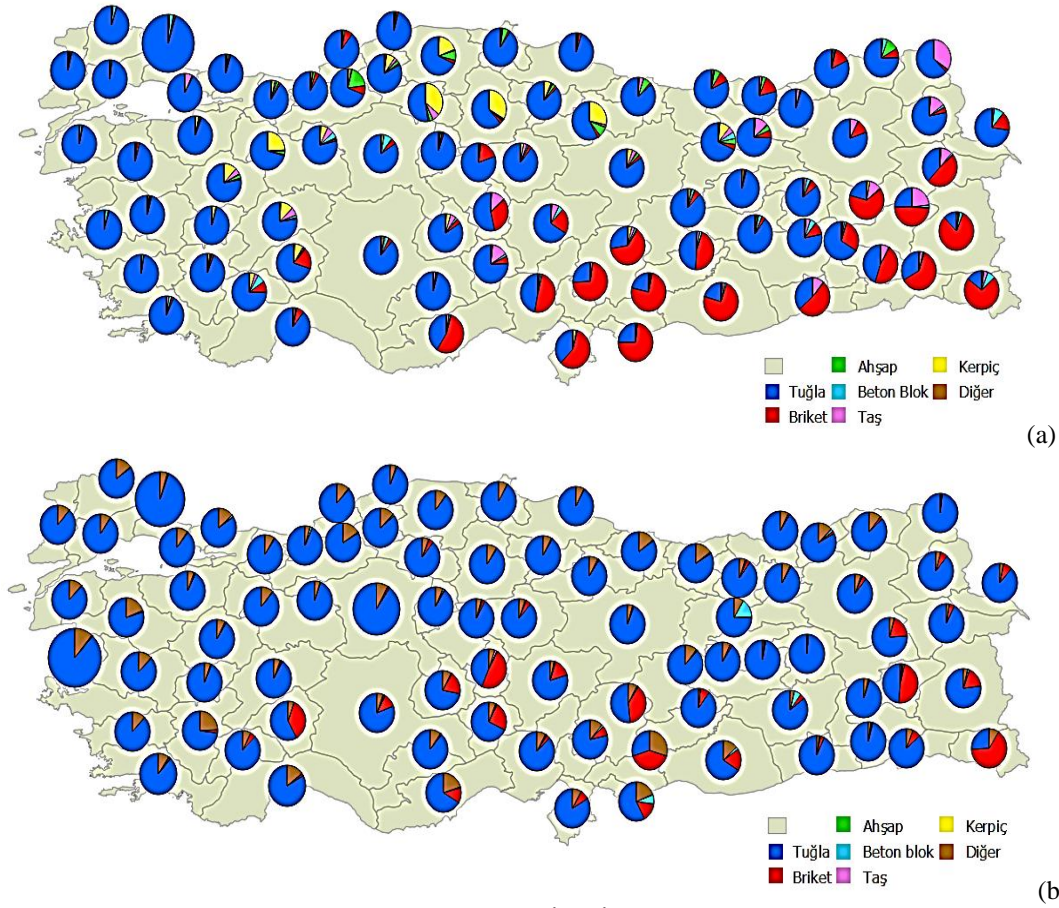
İskelet tipi taşıyıcı sistemlerde dolgu malzemesi tiplerine ait oranlar da mekânsal olarak incelenmiştir. Şekil 6, iskelet tipi binalarda dolgu malzemesini il bazında sunmaktadır.

Şekil 6, 2000 yılı öncesi ve 2001-2015 yılları arasında tuğla dolgu malzemesinin kullanımının

oldukça fazla olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, 2000 yılı öncesinde bazı illerde iskelet tipi taşıyıcı sistemde kerpiç kullanımının görüldüğü (hımış tarzı ahşap iskelet binalar), bu durum nispeten yeni binalarda (büyük çoğunlukla betonarme yapılar) terkedildiği görülmüştür. Bununla beraber, 2000 yılı öncesinde Güneydoğu

Anadolu, Doğu Akdeniz ve Doğu Anadolu bölgelerindeki bazı illerde briket tuğlaya göre daha fazla tercih edilirken 2001-2015 yılları arasında yapı kullanım izni alan binalarda ise tuğla kullanımının arttığı ancak halen bazı illerde

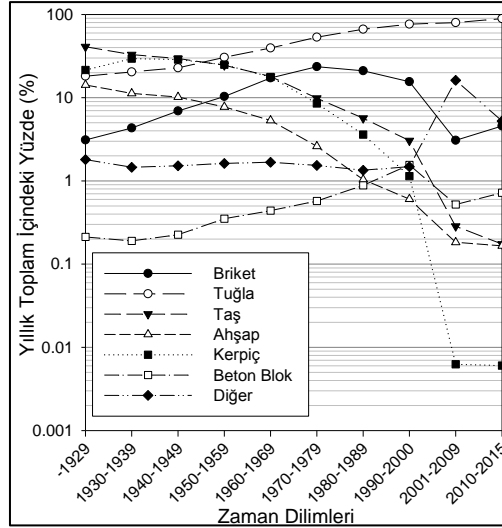
briketin tuğlaya göre daha çok kullanıldığı görülmektedir. Yapı stokumuzda kullanılan dolgu malzemelerinin taşıyıcı sistem tipine göre zamana bağlı değişimi Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 6. 2000 Bina Sayımına (a) ve 2001-2015 Yapı İzin İstatistiklerine (b) göre iskelet taşıyıcı sisteme sahip binalarda il bazında dolgu malzemesi kullanım yüzdeleri

Dolgu malzemesinin zamana bağlı kullanım oranlarına bakıldığında (Şekil 7) tuğla kullanımının hızlı bir artış gösterdiği ve 1990 sonrası inşa edilmiş binalarda bu oranın %80'in üzerine çıktığı görülmektedir. Ayrıca, briket kullanım oranları 1970'lere kadar bir artış göstermiş, ancak son yıllarda bu malzemenin kullanımında bir düşüş yaşanmış ve 2000 sonrası inşa edilen binalarda %5 seviyesinin altına gerilemiştir. Öte yandan, 1990 sonrası inşa edilen

binalarda ahşap ve kerpiç dolgu malzemesinin kullanımının çok az olduğu görülmektedir. Diğer kategorisinde bulunan dolgu malzemelerinin kullanım oranı son yıllarda artış göstermiştir. Bu artışın gerçek sebebi 2000 yılı sonrası gaz beton malzemesinin kullanımının artmasından kaynaklanmaktadır. Ancak yine de gaz beton kullanımı tuğlaya kıyasla oldukça düşük oranlardadır.



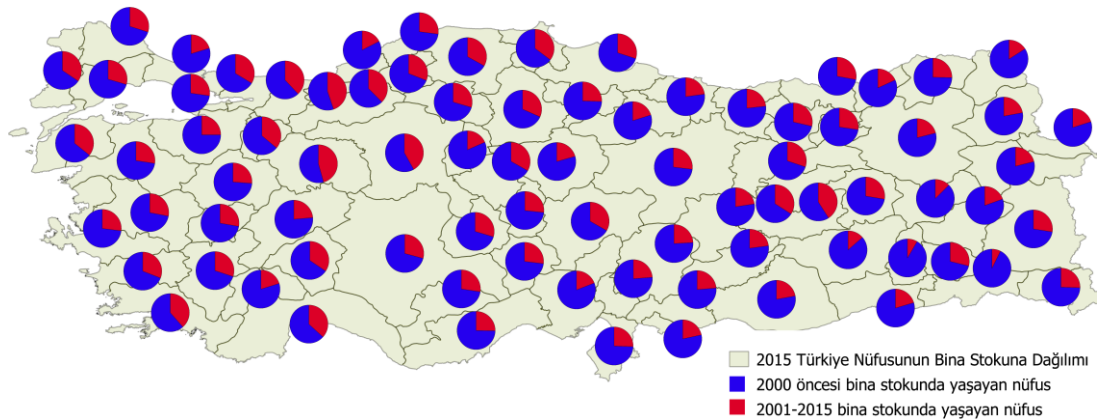
Şekil 7. Zamana bağlı dolgu malzemesi kullanım oranları

3.4. Türkiye Nüfusunun Bina Stokuna Göre Dağılımı

Çalışmada bina stoku ile nüfus arasındaki ilişki, 2015 yılındaki Türkiye nüfusunun 2000 öncesi üretilen ve nispeten yeni (2001-2015) bina stokuna dağılımı açısından da incelenmiştir. Bu bağlamda, 2015 yılı ülke nüfusunun il bazında 2000 öncesi ve 2001-2015 arasında üretilmiş toplam daire sayısı oranına göre homojen olarak dağıldığı kabul edilerek 2000 yılı öncesinde üretilen binalarda yaşayan insan sayısı ve 2001-2015 yılları arasında üretilen yapı stokunda yaşayan insan sayısı yüzdeleri elde edilmiştir. Şekil 8, 2015 yılı

Türkiye nüfusunun il bazında 2000 öncesi ve 2001-2015 arası üretilen bina stokuna dağılımını göstermektedir.

Şekil 8, 2015 yılı itibariyle nüfusun büyük bir kısmının 2001 ve sonrasında üretilen binalara kıyasla deprem performansı açısından daha zayıf olduğu düşünülen 2000 öncesi üretilen binalarda yaşadığını göstermektedir. Türkiye geneli için yaklaşık %75 olan bu oranın birçok il için de geçerli olduğu ve çoğunlukla %60 ile %85 arasında değiştiği görülmüştür. Bu bağlamda, deprem riski altındaki ülke nüfusunun büyük bir orana sahip olduğu söylenebilir.



Şekil 8. 2015 yılındaki nüfusun il bazında 2000 öncesi ve 2001-2015 arası üretilmiş bina stokuna dağılımı

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Deprem kaynaklı zararların azaltılması ve etkili afet yönetimi için mevcut yapıların deprem risklerinin gerçekçi bir şekilde hesaplanmasını gerekir. Bu bağlamda yapı stokunun deprem davranışını etkileyen özelliklerinin iyi bilinmesi, risk ve kayıp hesaplarının doğru yapılabilmesi için büyük önem taşır.

Türk yapı stoku son 50 yıl içerisinde göç ve hızlı artan nüfusun barınma ihtiyaçlarına cevap verebilmek için nicel ve nitel değişiklikler göstermiştir. 1970-2000 yılları arasında ucuz ve çok sayıda üretilen binaların yaşanan depremlerde gösterdiği performans deprem dayanımı zayıf konut stokumuzun varlığını net bir şekilde ortaya koymuştur. Yapı stokuna özellikle 2000 yılından sonra eklenen nispeten yeni binalar ise, güncel deprem şartnameleri, değişen sosyal ihtiyaçlar, gelişen inşaat teknikleri ve malzeme teknolojisindeki ilerlemelere paralel olarak yapı stokundaki mevcut binalardan farklılaşmış ve bunun neticesinde de Türk yapı stokunun genel karakteristiklerinin değişmesine yol açmıştır. Bu bağlamda Türk yapı stokunun genel özelliklerinin hem zaman dilimlerinde hem de bölgesel bazda değişiklik gösterdiği görülmektedir. Bu açıdan Türk bina stokunun zaman ve mekânsal açıdan irdelenmesi deprem risk hesaplarında büyük önem arz etmektedir.

Depremlerde gözlenen hasar ve literatürdeki çalışmalar, taşıyıcı sistem, malzeme ve yapıım yılı gibi özelliklerin yapıların deprem davranışını etkileyen önemli parametreler olduğunu göstermektedir. Ülkemizdeki yapı stokunun çoğunluğunu oluşturan betonarme ve yığma yapı tipleri 2000 Bina Sayımı sonuçlarına göre birbirine yakın orandayken (bkz. Çizelge 2) 2001 ve sonrası üretilen yapılarda betonarme yapı tipi baskın duruma gelmiştir (bkz. Çizelge 3).

Özellikle 2000 öncesi üretilen yapı stokunun önemli bir kısmını oluşturan yığma binaların kırsal ve kentsel bölgelerde farklı özellikler gösterdiği literatürdeki çalışmalarda (örn. [18]) ortaya konulmuştur. Kırsaldaki yığma yapılarda çoğunlukla taş, briket ve kerpiç [18], kentlerdeki

yığma yapılarda ise tuğlanın daha fazla kullanıldığı [18,20] bilgisi, bu çalışmada elde edilen istatistikler ile uyumludur (bkz. Şekil 6). Özellikle kentlerdeki yığma yapılardan 1980 öncesi üretilenlerin malzeme ve harç dayanımlarının düşük olması, 1980-2000 arasında üretilmiş nispeten daha çok katlı olanların ise duvarlarındaki boşluk miktarlarının nispeten fazla olması zayıflık olarak belirtilmiştir [18, 19]. Bu bağlamda özellikle 2000 öncesi üretilen yapı stokunun önemli bir kısmını oluşturan yığma binaların orta büyüklükteki depremlerde dahi ağır hasar gördükleri hatta yıkıldıkları bilinmektedir [18].

Betonarme, uygulanış rahatlığı, nispeten ekonomik oluşu ve kolay malzeme temini açısından çağımızın yapı malzemesi durumundadır [20]. Ancak yetersiz mühendislik hizmeti, işçilik zayıflıkları, denetim eksikliği ve art arda gelen imar afları gibi hususlar özellikle 1980-2000 arası üretilmiş betonarme yapıları bina stokumuzun en hasargörebilir grubu haline getirmiştir [1, 2]. Nitekim ülkemizde 2000 öncesi üretilmiş betonarme yapıların deprem performansları kalkınmış ülkelere göre oldukça kötü durumdadır. Türkiye’deki depremlerde ağır hasar gören veya yıkılan betonarme yapıların oranı 1995 Kobe ve 1995 Northridge depremlerinde gözlenen oranların sırasıyla yaklaşık dört ve on iki katıdır [2].

Bu çalışmada, Türk yapı stokunun genel özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmış, bu hedefe yönelik olarak da TÜİK tarafından en son 2000 yılında hazırlanan bina sayımı istatistikleri ve 2001-2015 yılları arasında yapı kullanım izni almış binaların verileri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veri tabanları, bina kullanım amacı, taşıyıcı sistem tipi ve dolgu malzemesi tipi ana başlıkları altında incelenmiştir. İncelenen parametreler, yapıların deprem riski ve kayıp hesaplarında oluşturulacak modellerde başlıca öneme sahip parametreler olarak değerlendirilmektedir. Çalışmada derlenen veri tabanları 2000 yılı öncesi bina stoku ve 2001-2015 yılları arasında üretilen bina stoku olarak karşılaştırılmış ve kapsam ve yöntem açısından farklı özellikteki veri tabanları uyumlaştırılarak birleştirilmiş şekilde incelenmiştir. Birleştirilen veri tabanları il bazında incelenerek bölgesel

farklılıklar ortaya konulmuştur. Ayrıca deprem performansının nispeten zayıf olduğu bilinen 2000 öncesi yapılarda ikamet eden nüfusun 2001-2015 arası üretilmiş nispeten daha güvenilir konutlarda ikamet eden nüfusa oranı karşılaştırılmıştır. Bununla beraber, Türk bina stokunun zamana bağlı değişimi de dikkate alınarak ele alınan bina parametreleri onar yıllık zaman dilimlerinde için sunulmuştur. Çalışmada elde edilen başlıca sonuçlar aşağıdaki maddelerde özetlenmektedir.

- Türk yapı stokunu oluşturan binaların yaklaşık %86'sı ikamet amaçlı kullanılırken, 2000 yılı öncesi inşa edilmiş ikamet amaçlı binalar yapı stokunun %75'ini oluşturmaktadır. Bu bağlamda yapı stokunu oluşturan her dört binadan üçünün 2000 yılı öncesi yapılmış ikamet amaçlı bina olduğu sonucuna varılabilir.
- Türkiye geneline bakıldığında Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde 2000 yılı sonrası bina yapım hızının diğer bölgelere göre daha yavaş seyrettiği söylenebilir.
- 1980 yılı öncesi inşa edilmiş 3.270.136 binanın 2.419.780 adedi (%74) yığma taşıyıcı sisteme sahiptir. 1980-2000 yılları arasında üretilmiş 4.495.748 binanın ise %37'si yığma (1.674.280 adet) taşıyıcı sisteme sahiptir. Bu sonuçlara dayanarak 2000 yılı öncesi bina stokunun yarı yarıya yığma ve iskelet taşıyıcı sistemden oluştuğu sonucuna varılmıştır. 2001-2015 arası üretilen bina stokuna (1.221.607 adet) bakıldığında ise iskelet taşıyıcı sistemin yaklaşık %90 oranında bir paya sahip olduğunu ve yığma taşıyıcı sistemin büyük oranda terk edildiği görülmektedir. Ülke genelinde ise yığma taşıyıcı sistemin özellikle İç Anadolu Bölgesi'nde halen önemli oranda olduğu söylenebilir.
- Türk yapı stokunu oluşturan binaların zamana bağlı dağılımına bakıldığında 1980-2000 yılları arasında bina üretim hızının arttığını ve bu zaman diliminde üretilen binaların tüm bina stokumuzun yaklaşık yarısını oluşturduğu sonucuna varılmıştır.
- Bina duvar dolgu malzemesinin kısmen taşıyıcı sistem tipine bağlı olduğu ve dolgu malzemesi olarak tuğlanın genel olarak yığma ve betonarme taşıyıcı sistemlerde büyük oranda kullanıldığı görülmüştür. 2000 yılı öncesi yığma yapılarda ise tuğlanın dışında briket, taş ve kerpiç kullanımının oldukça yaygın olduğu söylenebilir. Bu eğilimin genel olarak ülke geneline yayıldığı ancak özellikle Doğu Anadolu Bölgesi'nde dolgu malzemesi olarak taşın büyük oranda kullanıldığı, İç Anadolu Bölgesi'nde ise kerpiç kullanım oranlarının yüksek olduğu söylenebilir. 2001-2015 arası üretilen yığma binalarda ise tuğlanın ülke genelinde yaygın olduğu ancak özellikle Güney Doğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgesi'nin doğu kısmında briket kullanımının devam ettiği görülmüştür. 2000 yılı öncesi iskelet taşıyıcı sistemde dolgu duvar malzemesi olarak genel olarak tuğlanın hâkim olduğu, Güney Doğu Anadolu ve Doğu Akdeniz kısımlarında briket, orta Karadeniz ve İç Anadolu Bölge'sinin kuzeyinde kerpicin kullanıldığı sonucuna varılmıştır. 2001-2015 yılları arasında üretilen iskelet taşıyıcı sisteme sahip yapılarda ise genel olarak tuğla hâkim iken bölgesel olarak briket kullanımının fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu gözlemler, özellikle duvar dolgu malzemesinin bölgesel özelliklerden etkilendiği sonucunu ortaya koymaktadır.
- Bu çalışmada elde edilen yapı stoku istatistikleri, 2000 yılı öncesinde üretilen binaların ve bu binalarda ikamet eden nüfus oranının yüksekliğini (sırasıyla yaklaşık %86 ve %74) açıkça ortaya koymaktadır.

5. KAYNAKLAR

1. Sucuoğlu, H., 2000. The 1999 Kocaeli and Düzce, Turkey Earthquakes. Mitigation of Seismic Risk-support to Recently Affected European Countries, 1, 1-10.
2. Erdik, M., 2001. Report on 1999 Kocaeli and Düzce (Turkey) Earthquakes. Structural Control for Civil and Infrastructure Engineering, World Scientific.

3. Porter, K.A., 2003. An Overview of PEER’s Performance-Based Earthquake Engineering Methodology. Proceedings of Ninth International Conference on Applications of Statistics and Probability in Engineering, San Francisco, California.
4. Brzev, S.C., Scawthorn, A.W., Charleson, L., Allen, M., Greene, K., Jaiswal, Silva, V., 2013. GEM Building Taxonomy Version 2.0. GEM Technical Report 2013-02 V1.0.0, GEM Foundation, Pavia, Italy, 188.
5. Albayrak, U., Canbaz, M., Albayrak, G., 2015. A Rapid Seismic Risk Assessment Method for Existing Building Stock in Urban Areas, *Procedia Engineering*, 118, 1242-1249,
6. Kaplan, O., Güney, Y., Cengiz, A.E., Özçelikörs, Y., Topçu, A., 2015. Eskişehir İli Bina Envanterinin Yapısal Kusurları ve Düzensizlikler Bakımından İrdelenmesi, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 14-16 Ekim 2015, İzmir, Türkiye.
7. Bal, I.E., Crowley, H., Pinho, R., Gülay, F.G., 2007. Structural Characteristics of Turkish RC Building Stock in Northern Marmara Region for Loss Assessment Applications. IUSS Press, Pavia.
8. Bal, I.E., Crowley, H., Pinho, R., Gülay, F.G., 2008. Detailed Assessment of Structural Characteristics of Turkish RC Building Stock for Loss Assessment Models. *Soil Dyn. Earthq. Eng.*, 28(10-11), 914-932.
9. Konukcu, B.E., Karaman, H., Şahin, M., 2017. Determination of Building Age for Istanbul Buildings to be Used for the Earthquake Damage Analysis According to Structural Codes by Using Aerial and Satellite Images in GIS, *Nat. Hazards*, 85(3), 1811-1834.
10. Türkiye İstatistik Kurumu, 2000. Bina Sayımı, Ankara, Türkiye.
11. Eroğlu Azak T., Ay, B.Ö., Akkar, S., 2014. A Statistical Study on Geometrical Properties of Turkish Reinforced Concrete Building Stock. 2nd European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, August 24-29, İstanbul, Türkiye.
12. Türkiye İstatistik Kurumu, 2011. Yapı İzin İstatistikleri 2010, Ankara, Türkiye.
13. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1998. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara.
14. Yapı Denetimi Hakkında Kanun, 2001. 13.07.2001 Tarih ve 24461 Sayılı Resmî Gazete.
15. Akhoundi, F., Lourenço, P.B., Vasconcelos, G., 2016. Numerically Based Proposals for the Stiffness and Strength of Masonry Infills with Openings in Reinforced Concrete Frames. *Earthq Eng. Struct. D.*, 45(6), 869-891.
16. Erberik, M.A., 2008. Fragility-based Assessment of Typical Mid-rise and Low-rise RC Buildings in Turkey. *Eng. Struct.*, 30, 1360-1374.
17. Dolšek, M., Fajfar, P., 2001. Soft Storey Effects in Uniformly Infilled Reinforced Concrete Frames. *J. Earthq. Eng.*, 5, 1-12.
18. Erberik, M.A., 2008. Generation of Fragility Curves for Turkish Masonry Buildings Considering in-plane Failure Modes. *Earthq. Eng. Struct. Dyn.*, 37(3), 387-405.
19. Bal, I.E., Crowley, H., Pinho, R., 2008. Displacement-based Earthquake Loss Assessment for an Earthquake Scenario in Istanbul, *J. Earthq. Eng.*, 12(sup2), 12-22.
20. Tekin, İ., Akpınar, İ. 2014. Betonarmenin Anonimleşmesi Türkiye’de İkinci Dünya Savaşı Sonrası Yapılı Çevrenin İnşası. *Mimarlık*, 377, 70-74.