

ESKİŞEHİR KENTSEL DÖNÜŞÜM BETON DAYANIMLARININ İSTATİSTİKSEL ANALİZİİlker Bekir TOPÇU¹, Erdi AKKAN^{2*}, Mustafa AKSU³¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Batı Meşelik 26480 Odunpazarı/Eskişehir
ORCID No :<http://orcid.org/0000-0002-2075-6361>²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Batı Meşelik 26480 Odunpazarı/Eskişehir
ORCID No :<https://orcid.org/0000-0003-3716-4319>³Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Şube Müdürlüğü Tepebaşı/Eskişehir
ORCID No :<http://orcid.org/0000-0002-1962-8178>

Anahtar Kelimeler	Öz
Kentsel dönüşüm, İstatistiksel analiz, Frekans Analizi, Eskişehir.	<i>Bu çalışma, 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun kapsamında Eskişehir'de riskli yapı tespiti yapılmış olan 306 adet betonarme binaya ait verilerin incelenmesi ile elde edilen istatistiksel analiz sonuçlarını içermektedir. Bu binaların ortalama beton basınç dayanımı, yapım yılları, yapım yıllarına bağlı olarak ortalama beton basınç dayanımı, projesinin varlığı, bulunduğu ilçeye göre ortalama beton basınç dayanımı, donatı tipi gibi veriler analiz edilmiş, sonuç bölümünde analizler yorumlanmış ve önerilerde bulunulmuştur. Binaların ortalama beton basınç dayanımı 7,99 MPa, standart sapması 3,41 MPa olarak hesaplanmış ve %16,99'unun 5.00 MPa'dan daha düşük dayanıma sahip olduğu görülmüştür. %59,48'inin ortalama beton basınç dayanımı ise 5.00-10.00 MPa aralığında sonuç vermiştir. Binaların %99,67'si 17,30 MPa dayanımın altında kalmış ve bu dayanımın üzerinde yalnızca 1 adet bina gözlemlenmiştir. Tüm veriler değerlendirildiğinde Eskişehir'de ve ülkemiz genelinde kentsel dönüşümüne verilen önemin daha da artırılması gerektiği; yeni yapıların proje ve uygulama denetiminde kurumlarımıza düşen görevin incelik ve titizlikle yerine getirilmesi gerektiği önerilmiştir.</i>

STATISTICAL ANALYSIS OF ESKİŞEHİR CONCRETE STRENGTHS IN URBAN TRANSFORMATION

Keywords	Abstract
Urban transformation, Statistical Analysis, Frequency Analysis, Eskisehir.	<i>This study covers the statistical analysis results obtained by examining the data of 306 reinforced concrete buildings, which have been identified as risky buildings in Eskisehir within the scope of the Law No. 6306 on Transformation of Areas Under Disaster Risk. Data such as the average concrete compressive strength of these buildings, the years of construction, the average concrete compressive strength depending on the years of construction, availability of their project, the average concrete compressive strength according to the district where they are located, and the type of reinforcement were analyzed, the analyzes were interpreted and recommendations were made in the conclusion section. The average concrete compressive strength of the buildings was calculated as 7.99 MPa, standard deviation was calculated as 3.41 MPa and it was observed that 16.99% of the buildings had a strength less than 5.00 MPa. The average concrete compressive strength of 59.48% gave results in the range of 5.00-10.00 MPa. 99.67% of the buildings remained below the strength of 17.30 MPa and only 1 building was above this strength. When all the data are evaluated, it has been suggested that the importance given to urban transformation in Eskisehir and throughout Turkey should be increased even more and that the responsibilities of relevant institutions should be fulfilled carefully and diligently in the inspection of the projects and implementation of new buildings.</i>

* Sorumlu yazar; e-posta : erdiakkan.ce@gmail.comBu eser, Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) hükümlerine göre açık erişimli bir makaledir.This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 30.12.2020	Submission Date : 30.12.2020
Kabul Tarihi : 27.06.2021	Accepted Date : 27.06.2021

1. Giriş

Ülkemizde 1950'li yıllarda sanayileşmenin artması ile birlikte köylerden kentlere göç hızlanmış ve kentlerde yapılaşma oranı artmıştır (Belli ve Boyacıoğlu, 2007). Yapılaşmanın artması altyapı yetersizliği, çarpık yapılaşma, plansız kent büyümeleri, mühendislik hizmeti alınmadan kaçak yapıların inşa edilmesi gibi sorunlara neden olmuştur. 1999 Marmara ve Düzce depremlerinde çok sayıda binanın yıkılması yapı denetimi konusunu tartışmaya açmış ve bunun sonucu olarak 2001 yılında Yapı Denetimi Hakkında Kanun 19 pilot ilde uygulanmak üzere yürürlüğe girmiştir. Bu kanun ile amaçlanan can ve mal güvenliğini teminen, imar planına, fen, sanat ve sağlık kurallarına ve standartlara uygun kaliteli yapı yapılabilmesi için proje ve yapı denetimini sağlamaktır. 13 Temmuz 2010 tarihinde yayınlanan Bakanlar Kurulu Kararı ile bu kanunun 01.01.2011 tarihinden itibaren tüm illerde uygulanması kararlaştırılmıştır. 2011 yılındaki Van depreminin sonuçları, Bakanlar Kurulu Kararı'nın ne kadar yerinde olduğunu gözler önüne sermiştir. Yaşadığımız depremler ülkemizdeki mevcut yapı stokunun can ve mal güvenliği açısından yetersiz olduğunu göstermiştir. Bu nedenle afet riski altındaki alanlar ile bu alanlar dışındaki riskli yapıların bulunduğu arsa ve arazilerde, fen ve sanat norm ve standartlarına uygun, sağlıklı ve güvenli yaşama çevreleri teşkil etmek amacıyla 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun (2012) yürürlüğe girmiştir (Beyaz ve Livaoglu, 2019). Bu kanunun yürürlüğe girmesi ülkemizde kentsel dönüşüm çalışmalarının başlamasını sağlamıştır.

Bu çalışmada Eskişehir ilinde Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun yürürlüğe girdiği 31.05.2012 tarihinden itibaren 24.12.2020'ye kadar bireysel başvuru yöntemiyle ilgili kanun kapsamında değerlendirilen ve riskli yapı tespiti yapılan 306 adet betonarme binaya ait veriler incelenmiş ve bu yapıların yapım yılları, ortalama beton basınç dayanımları, histogramı ve eklenik frekans analizleri gibi özellikleri verilmiştir. Bu özellikler yorumlanarak önerilerde bulunulmuştur.

2. Literatür Araştırması

Bu çalışmayı destekleyen ve kaynak olan yapılmış benzer çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Shimizu, Hirosawa ve Zhou (2000), Japonya'daki betonarme yapılarda beton dayanımını tahmin etmek

için gerekli temel bilgileri sağlamak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada 1130 adet mevcut

binadan alınmış 10788'den fazla karot numunesine, mevcut yapıların basınç dayanımını tahmin etmek için istatistiksel analiz yapılmıştır. Ayrıca tasarım dayanımının ve yapının tamamlanma tarihinin basınç dayanımı üzerindeki etkisini de çalışma kapsamında araştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda mevcut binalarda düşük dayanımlı betona sahip önemli sayıda bina belirlenmiştir. Yakın zamanda tamamlanan binaların daha yüksek dayanım değerine ve daha küçük bir değişim katsayısına (CV) sahip oldukları görülmüştür. Tasarım dayanımı yüksek olan betonarme binaların deney sonuçlarının daha az değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Binaların ortalama basınç dayanımının olasılık dağılımı normal dağılım davranışı gösterirken, değişim katsayısının (CV) log-normal dağılım davranışı gösterdiği saptanmıştır.

Akçay (2004), yaptığı bir çalışmada birinci derece deprem bölgesi içinde yer alan İstanbul ilinin çeşitli mahallerinde çeşitli yapı türlerinde kullanılan beton dayanımını ve kalitesini belirlemeye çalışmıştır. Üretim tipi (yerinde dökme ve/veya hazır beton) ve beton malzeme sınıfı gibi detayların bilindiği toplam 244 binadan (konut, endüstriyel yapı ve kamu binası) toplanan beton karot numuneleri üzerinde basınç dayanımı deneyleri yapılmıştır. Toplanan tüm verilerin istatistiksel analizleri yapılmış, basınç deneyleri yapılan karot numunelerinin 1,61 ile 70,05 MPa arasında bir dayanım değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Toplam 1892 karot numunesinin karakteristik dayanımının ortalaması 22,01 MPa ve standart sapması 9,99 MPa olarak hesaplanmıştır. Betonun üretim tipi ve beton sınıfı (C14/17, C16/20, C18/22, C20/25, C25/30 ve C30/37) göz önüne alınarak elde edilen istatistiksel sonuçlar incelenmiş ve hem yerinde dökme hem de hazır beton kullanılan binalar için dayanım sonuçlarının üretimde kullanıldığı bilinen beton sınıfı değerinin çok uzağında olduğu görülmüştür. Hazır beton daha iyi değerler vermiş olsa da sonuçları analiz edilen tüm yapıların beton basınç dayanımının yaklaşık %42'sinin yapıların güvenliği için gerekli olan beton dayanım değerlerini sağlamadığı belirtilmiştir.

Unanwa ve Mahan (2014), yaptıkları çalışmada Kaliforniya'da inşa edilmiş olan otoyol köprülerinden alınan 3269 karot numunesi üzerinde beton basınç dayanım deneyi yapmışlar ve sonuçları üzerinde istatistiksel ve olasılıklı analizler sunmuşlardır. Ayrıca bu çalışmada betonarme yapıların yerinde dayanımını saptamak için tasarlanan basınç dayanımının bir fonksiyonu olarak yeni bir model de önerilmiştir.

Sofuoğlu ve Topçu (2015), yaptıkları çalışmada 2013'de Eskişehir'de farklı beton santrallerinde üretilip, farklı şantiyelerde dökülen C 25/30 sınıfı hazır

betonlardan numuneler alınarak basınç dayanımı deney sonuçları üzerinde istatistiksel analiz yapmışlardır. Toplamda 2219 numunede yapılan dayanım deneyi sonuçlarından yola çıkarak Eskişehir'de C25/30 sınıfı beton kalitesini değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak dayanım deneyleri yapılmış olan numunelerin TS EN 206 ve TS 500 standartlarını sağlamadığı ancak bir üst hazır beton sınıfı dayanımında beton elde etme oranının (%5.00) az olması nedeni ile ekonomik bir beton üretimi olduğu sonucuna varmışlardır.

Akdağ ve Karakurt (2015), yaptıkları çalışmada Bilecik'te bulunan 2000'den önce ve sonra inşa edilmiş yapıların beton dayanımını karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada taşıyıcı sistemleri betonarme çerçevesi sistem olan birbirinden farklı on adet yapı üzerinde karot deneyleri yapmışlar ve bu yapıların beton dayanımlarını belirlemişlerdir. Ayrıca bu çalışma sayesinde şantiyede elle hazırlanmış beton kullanılan yapılar ile hazır beton kullanılmış olan yapıların dayanımları da karşılaştırılmıştır. Araştırmadaki yapılardan alınan numunelerin %60'ının beton basınç dayanımlarının 20 MPa'nın altında olduğu saptanmıştır. Tüm bunların yanında ,numuneler üzerinde karbonatlaşma deneyi yapılmış ve betonun dayanımını düşüren korozyonun gelişimi de incelenmiştir. Araştırmadaki numunelerin %40'ının karbonatlaşma derinliğinin 40 mm'den fazla olduğu, %30'unda ise karbonatlaşmanın olmadığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre şantiyede üretilen betonarme yapıların dayanımlarının, hazır betonlu yapılara göre daha düzensiz ve kararsız olduğu belirtilmiştir.

Canbaz ve Şengel (2015), Eskişehir'de kentsel dönüşümü yapılan 112 betonarme binaya ait verileri incelemişler ve veriler üzerinde istatistiksel analizler yapmışlardır. Yaptıkları bu çalışmada binalara ait beton dayanımı, yapım yılı, yaşı, kat adedi, karot numune sayısı, donatı tipi ve donatı korozyonunun varlığı gibi unsurları grafikler ile değerlendirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada Eskişehir'de 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun yayınlanmasından çalışmanın yapıldığı tarihe kadar olan başvurular sonucunda ortaya çıkan betonarme bina stoku incelenmiş, mevcut durum zamanın koşulları ile karşılaştırılmış ve kentsel dönüşüm kapsamında yapılan çalışmaların irdelenmesini amaçlamışlardır. Bu araştırmada irdelenen binaların malzeme kalitesinin ve riskli yapı değerlendirme yönteminin yetersiz olduğunu bildirmişlerdir.

Erdil (2017), 2011 Van depreminde Erciş'te yıkılan 22 bina ve Van merkezde ağır hasar almış veya yıkılmış 41 bina üzerinde yaptığı çalışmalar sonucunda en düşük basınç dayanımını 2,3 MPa, en yüksek basınç dayanımını ise 15,4 MPa olarak saptamıştır. Ayrıca araştırmacı bu çalışmada herhangi bir tarihte inşa edilmiş herhangi bir sayıda kat adedi bulunan binaların yıkıldığını veya ciddi şekilde hasar gördüğünü

belirlemiştir. Yani başka bir deyişle, incelenen binaların 1975 ile 2010 yılları arasında inşa edildiği ve değişken sayıda (iki ila yedi) katları olduğu göz önüne alındığında kat adedinin veya bina yapım yıllarının binaların hasar alma durumu arasında bir ilişki olmadığı sonucuna varmıştır.

Anıl, Koçkar ve Şahmaran (2018), o dönemde riskli alan olarak ilan edilmesi planlanmış olan İstanbul'un Beyoğlu ilçesine bağlı bazı mahallelerinde çok az sayıda risksiz yapı mevcut olduğunu öne sürmüşlerdir. 6306 sayılı Kanun'un Uygulama Yönetmeliği Ek-A'da anlatılan birinci aşama değerlendirme yöntemi ile gözlemsel analiz yapmışlardır. Gözlemsel analiz sonucu yapı stokunun yaklaşık %43'ünün yüksek risk düzeyine sahip olduğunu ve olası bir deprem anında bu yapılarda ölümcül sonuçlara neden olabilecek hasarlar oluşabileceği kanaatine varmışlardır. Çalışma sahasında bulunan betonarme ve yığma yapılarda 6306 sayılı Kanun'un Uygulama Yönetmeliği Ek-A'da yer alan ikinci aşama değerlendirme yöntemine göre analiz yapılarak yapı sayısını ve kapsamını belirlemişlerdir. İkinci aşama değerlendirme kapsamında analizleri yapılan 113 betonarme çerçeve sistemli binanın 111'inin ve 37 yığma binanın 36'sının Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar (RYTEİE 2013) Yönetmeliğine göre riskli yapı olduğunu belirlemişlerdir. Sonuç olarak toplam yapı stokunun neredeyse tamamı riskli olarak tespit edilmiş ve olası bir deprem veya başka afet anında bu yapılarda ölümcül sonuçları doğuracak hasarlar oluşabileceği kanaatine varmışlardır. Ayrıca riskli yapı tespitinin daha hızlı yapılması amacıyla, tespit için kullanılan iki metodun birbiriyle ilişkilendirilerek uygulanması için yeni bir yöntem oluşturmuş ve önermişlerdir. Önerdikleri bu yeni yöntem daha sonra toplam 5561 yapıya uygulanmış ve 6306 Sayılı Kentsel Dönüşüm Yasası kapsamında bu çalışmanın yapıldığı zamana kadar yürütülmüş en kapsamlı incelemelerden birinin gerçekleştirildiğini söylemişlerdir.

Alemdar ve Caymazer (2018) yaptıkları çalışmada, 1995'de inşa edilmiş betonarme bir binanın deprem performansını incelemişlerdir. Binaya ait projeleri ve deneysel yöntemlerle elde edilen malzeme özelliklerini kullanarak binanın sonlu elemanlar yöntemiyle üç boyutlu modelini oluşturmuşlardır. Model üzerinde Doğrusal Olmayan Zaman Tanım Alanında analiz uygulayarak DBYBHY (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik) 'te (2007) anlatılan kurallar çerçevesinde betonarme elemanların kesit düzeyinde performansını değerlendirmişlerdir. Kirişler ve kolonlar için ayrı ayrı yapılan performans analizi sonucunda incelenen binanın Göçme Durumunda olduğunu belirlemişlerdir. Binanın kullanımının can güvenliği bakımından riskli olduğunu ve binanın yıkılıp yeniden inşa edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Güler, Canbaz ve Şengel (2019), yaptıkları çalışmada Kütahya ilinde 6306 sayılı Kanunun yürürlüğe girdiği tarihten 2016'ya kadar kentsel dönüşüm kapsamında incelenen 66 betonarme bina ve 269 yığma-karma binaya ait riskli bina tespit formlarını irdelemişler ve elde edilen verileri değerlendirmişlerdir. Ayrıca kent merkezindeki yığma-karma ve betonarme yapıların karakteristik bazı özelliklerini belirlemişlerdir. Yığma ve karma yapıların riskini belirlemede deprem yönetmeliğinde belirtilen (DBYBHY,2007) desteklenmemiş taşıyıcı duvar uzunluğu için sınır değerlerin, taşıyıcı duvarda boşluklar bulunması durumunda bu boşluk ve dolu kısımlara ait sınır değerlerin ve düzensizliklerin, duvar kalınlıkları için sınır değerlerin ve çatı oluşturulmasında asgari koşulların sağlanıp sağlanmadığı da dikkate alınarak değerlendirme kapsamının genişletilmesini önermişler, kentsel dönüşüm kapsamındaki betonarme binaların risk değerlendirmesinde yürürlükteki deprem yönetmeliği hükümlerinde belirtilen düzensizliklerin de dikkate alınması gerektiğini bildirmişlerdir. Bunun yanında taşıyıcı yapı elemanlarının yapıdaki konumlarının da dikkate alınarak karot sayısına karar verilmesi gerektiği önerilmiştir. Riskli olan yığma ve karma yapıların güçlendirilmesi yerine kentsel dönüşüm yasası kapsamında yenilenmesini önermişlerdir. Ancak, özellikle kırsal kesimlerde, deprem riski altında bulunan yapıların yenilenmesini maddi yetersizlikler nedeni ile gerçekleştirilememesi durumunda, yasa kapsamında güçlendirme için maddi destek sağlanması gerektiği önerilmiştir.

Beyaz ve Livaoglu (2019), 6306 sayılı Kanun kapsamında Bursa ilinde riskli yapı tespiti yapılmış binalardan rastgele 500 adet seçerek, bu binalara ait karot sonuçları üzerinde çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada Bursa ili mevcut yapı stoku önemli sayıda örnekle değerlendirilmiş, dönüşüme tabi tutulan yapılara ait beton basınç dayanımları araştırılmıştır. Ülkemizin önemli metropollerinden biri olan Bursa için basınç dayanım sonuçları ilçe bazında da değerlendirilmiştir. Bununla beraber binaların yapım yıllarında yürürlükte olan yönetmelik hükümlerine göre sahip oldukları dayanım değeri ile günümüz yönetmelik koşulları karşılaştırılmış ve binaların projesinin olup olmaması durumları için de analizler yapılmıştır. Riskli yapı olduğu belirlenen binaların dayanım değerlerinin analiz edilmesi sonucunda, Bursa ili mevcut yapı stokundaki kalitenin oldukça düşük olduğunu ve mühendislik hizmeti alınmış olmasının beton kalitesini arttırmadığını bildirmişlerdir.

3. Yöntem

Eskişehir'de 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun yürürlüğe girdiği 31.05.2012'den 24.12.2020'e kadar, bireysel başvuru yöntemiyle kanun kapsamında değerlendirilen ve riskli

yapı tespiti yapılan 306 betonarme binaya ait veriler Eskişehir Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nden temin edilmiş ve temin edilen bu veriler üzerinde istatistiksel analizler yapılmış, yapılar hakkında bilgiler verilmiş, beton basınç dayanımları grafikler üzerinde karşılaştırılmış ve önerilerde bulunulmuştur. Konum gibi nitel değişkenler yüzde olarak, basınç dayanımı gibi nicel değişkenler ortalama - standart sapma olarak verilmiştir.

Binalardan alınan beton numunelerinin malzeme özellikleri Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar (RYTEİE)'a göre tespit edilmiştir. RYTEİE ilk olarak 2 Temmuz 2013 tarihinde yayınlanmış, ancak deprem yönetmeliğinin de değişmesiyle birlikte 16 Şubat 2019 tarihinde numune özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan esaslar tamamen değiştirilerek yeniden yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.

RYTEİE (2013)'in 3.2.4 maddesinde "Numunelerden elde edilen ortalama beton dayanımının % 85'i mevcut beton dayanımı olarak alınacaktır." ibaresi bulunmaktadır. Bu nedenle RYTEİE (2013)'e göre değerlendirilen yapıların mevcut beton dayanımı, deney sonucu elde edilen ortalama beton dayanımının % 85'i olarak kabul edilmiştir. RYTEİE (2019)'un eki EK-B: Beton Numune Dayanım Hesabı B.1 maddesinde ise "Binalardan alınan beton numunelerin dayanımları (f_{karot}) tek eksenli basınç deneyleri ile belirlenecektir. Belirlenen dayanım değerleri her numune için ayrı ayrı Denklem B.1'e göre karot boy/çap oranı, karot çapı, karot nem muhtevası ve hasar durumuna göre Tablo B.1'de verilen faktörler ile çarpılarak düzeltilenecektir. Tablo B.1'de karot çapı düzeltme faktörü ara değerler için doğrusal enterpolasyon ile hesaplanacaktır. " ibaresi bulunmaktadır. Dolayısıyla RYTEİE (2019)'un yayımı tarihinden itibaren değerlendirmeye alınan yapıların mevcut beton dayanımı denklem B.1'e göre hesaplanmıştır. Denklem 1 ve Tablo 1 aşağıdaki şekilde verilmiştir;

$$f_{kd} = F_{1/d} F_{çap} F_{nem} F_{hasar} f_{karot} \quad (1)$$

Tablo 1.

Dayanım Düzeltme Faktörleri

Faktör tanımı	Düzeltilme katsayısı
$F_{1/d}$ (Karot boy/çap oranı)	
Olduğu gibi	$1 - (0.130 - 4.3 \times 10^{-4} f_{karot})(2 - 1/d)^2$
48 saat su içerisinde bekletilmiş	$1 - (0.117 - 4.3 \times 10^{-4} f_{karot})(2 - 1/d)^2$
Havada kurutulmuş	$1 - (0.144 - 4.3 \times 10^{-4} f_{karot})(2 - 1/d)^2$
$F_{çap}$ (Karot çapı)	
50 mm	1.06
100 mm	1.00
150 mm	0.98
F_{nem} (Karot nem muhtevası)	
Olduğu gibi	1.00
48 saat su içerisinde bekletilmiş	1.09
Havada kurutulmuş	0.96
F_{hasar} (Karot alma işleminde verilen hasar)	1.06

Binaların ortalama beton basınç dayanımı verileri üzerinde histogramın çizilmesi, dayanım aralıklarının seçilmesi ve sınıflandırma sayısının belirlenmesi için aşağıda verilen formüller kullanılmıştır. (Beyazıt ve Yeğen Oğuz, 2005; Topçu ve Uzunömeroğlu, 2019; Topçu ve Ateşin, 2013; Topçu, Ünverdi ve Karakurt, 2005; Topçu ve Şengel, 2005)

$$m = 1 + 3,3 \log N \text{ veya } 2^m \geq N \quad (1)$$

Burada N toplam bina sayısını m ise basınç dayanımı aralığı oluştururken kullanılacak sınıf aralığı sayısıdır. Sınıf aralığını belirlerken en yüksek basınç dayanımı (X_{max}) ve en düşük basınç dayanımı (X_{min}) değerleri elde edilerek dağılımın genişliği (R) değeri bulunmuştur (Topçu ve Demir, 2004).

$$R = X_{max} - X_{min} \quad (2)$$

Dağılımın genişliği değeri, sınıflandırma sayısı (m) değerine bölünerek sınıf aralığı (c) elde edilmiştir.

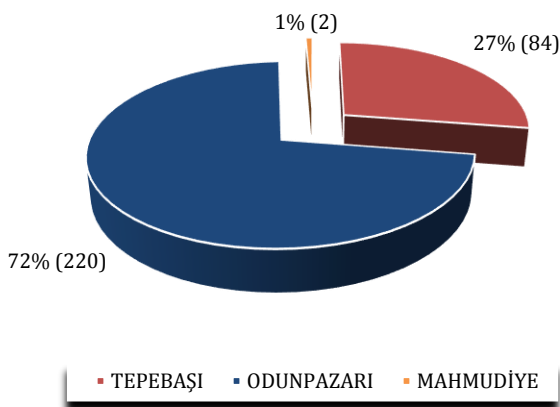
$$c = R / m \quad (3)$$

Bu çalışmada araştırma ve yayın etiği değerlerine uyulmuştur.

4. Bulgular

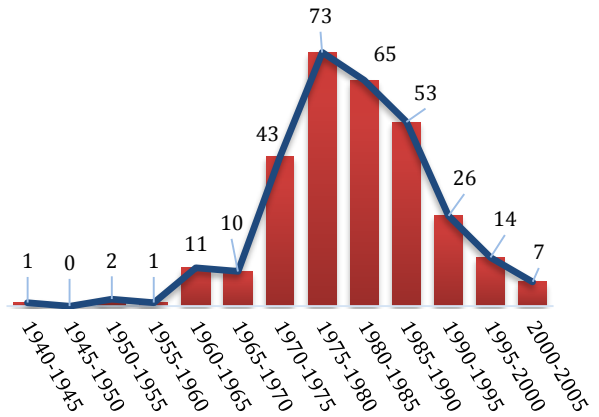
Yapılan inceleme ve analizler sonucu binaların yapım yılı, beton basınç dayanımı histogramı ve eklenik frekans analizi, donatı sınıfı, projeli ve projersiz yapıların ortalama beton basınç dayanımları, ilçe bazında ortalama beton basınç dayanımları gibi veriler grafiklerle gösterilmiştir.

Şekil 1'de kentsel dönüşüm kapsamında riskli yapı tespiti yapılan betonarme yapıların buldukları ilçelerin dağılımı verilmiştir. İncelemesi yapılan 306 adet betonarme yapının; 220 adedinin Odunpazarı'nda, 84 adedinin Tepebaşı'nda ve 2 adedinin ise Mahmudiye'de olduğu saptanmıştır. Eskişehir ili kentsel dönüşüm çalışmalarının %72 gibi büyük bir çoğunluğunun şehrin en eski yerleşim yeri olan Odunpazarı ilçesinde olduğu görülmüştür.



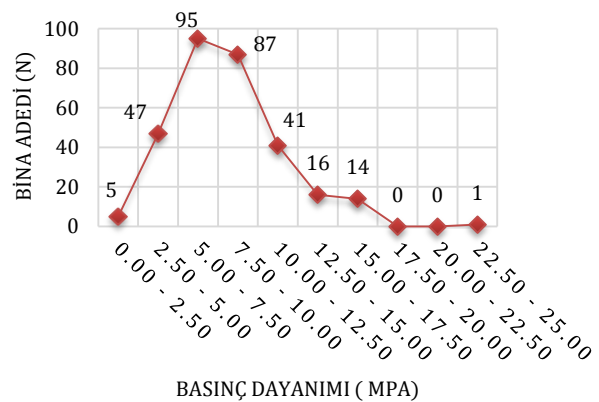
Şekil 1. Binaların İlçelere Göre Yüzdelik Dağılımı

İncelenen betonarme yapıların inşa edildiği yıllara göre gözlem değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Riskli yapı tespiti yapılmış yapıların verileri incelendiğinde binaların 1940 ile 2004 arasında inşa edildiği saptanmıştır. Şekil 2 incelendiğinde ise riskli bina tespiti yapılmış betonarme yapıların %1,31 gibi çok küçük bir bölümü 1960'dan önce, 1960-1965 arasında %3,59'u, 1965-1970 arasında %3,27'si, 1970-1975 arasında %14,05'i, 1975-1980 arasında %23,86'sı 1980-1985 arasında %21,24'ü 1985-1990 arasında %17,32'si, 1990-1995 arasında %8,50'si, 1995-2000 arasında %4,54'ü, 2000-2005 arasında ise %2,28'i inşa edilmiştir.

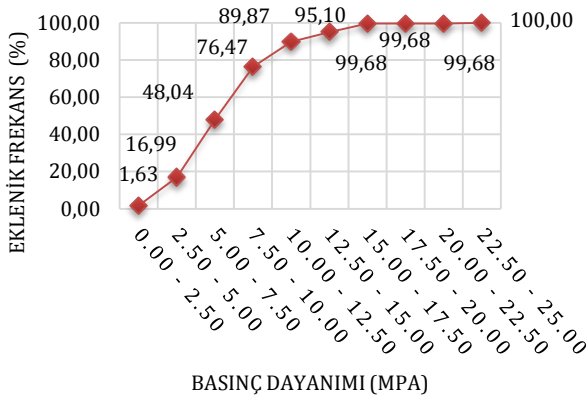


Şekil 2. İncelenen Betonarme Binaların Yapım Yıllarına Göre Gözlem Değerleri

Yapılan hesaplamalar sonucu 10 farklı sınıfa ayrılan binalara ait ortalama beton basınç dayanım sonuçlarının histogramı ve eklenik frekans analizi sırasıyla Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3. Binalara Ait Ortalama Beton Basınç Dayanımı Histogramı



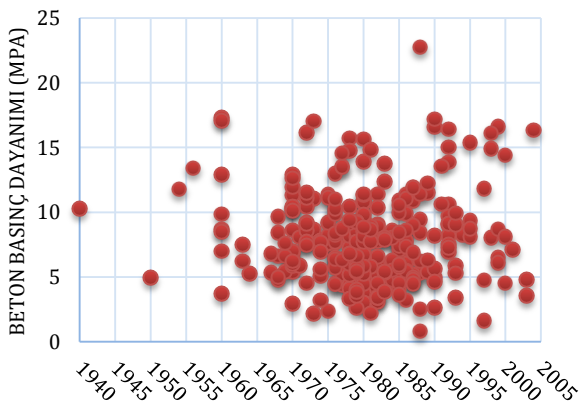
Şekil 4. Binalara Ortalama Basınç Dayanımı Verilerinin Eklenik Frekans Analizi

Bu veriler üzerinden aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmış ve bu değerler de Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2.

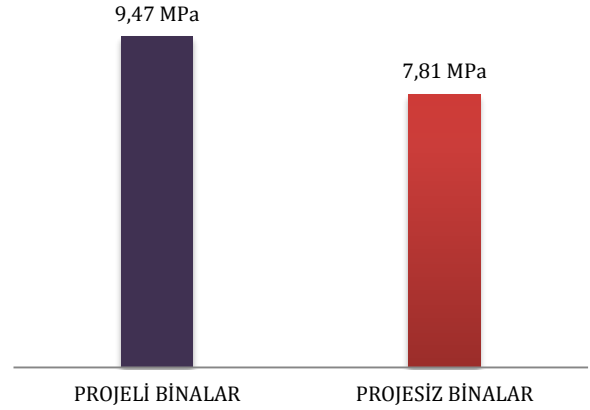
Dayanımların İstatistiksel Analiz Verileri (MPa)			
en küçük dayanım	en büyük dayanım	ortalama dayanım	standart sapma
0,80	22,76	7,99	3,41

Binaların yapım yılları ile ortalama beton basınç dayanım değerleri arasındaki ilişki incelenmiş ve Şekil 5'teki noktasal dağılım grafiği elde edilmiştir.



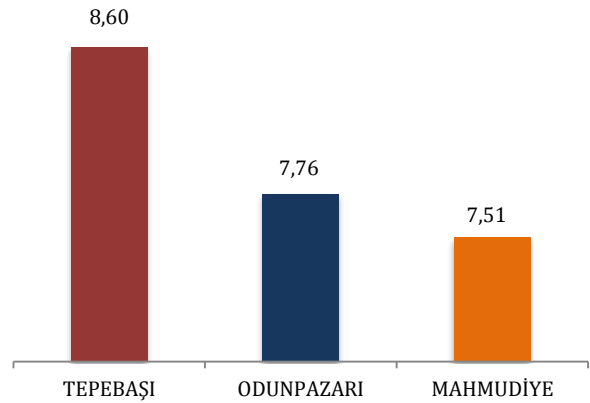
Şekil 5. Bina Yapım Yıllarına Göre Ortalama Beton Basınç Dayanımı Değeri Dağılımı

Binaların proje durumları incelendiğinde 33 binanın projesinin olduğu, 273 binanın ise projesinin bulunmadığı saptanmıştır. Projesi olan binaların ortalama basınç dayanımı ile projesi olmayan binaların ortalama basınç dayanımları Şekil 6'da verilmiştir.



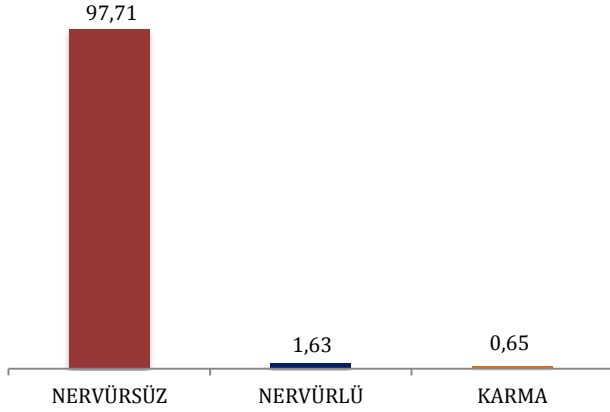
Şekil 6. Projeli Binalar ile Projesiz Binaların Ortalama Beton Basınç Dayanımının Karşılaştırması

Binaların ilçe bazında analizi yapılacak olursa Tepebaşı'nda 8,60 MPa, Odunpazarı'nda 7,76 MPa ve Mahmutiye'de ise 7,51 MPa ortalama basınç dayanımının olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuç Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. İlçe Bazında Ortalama Beton Basınç Dayanımları

Binalardaki donatı tipi de incelenmiş ve kullanılan donatı tipinin yüzdesel oranı Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Binalarda Kullanılan Donatı Tipi Yüzdesi (%)

5. Sonuç ve Öneriler

Eskişehir’de 6306 sayılı Kanunun yürürlüğe girdiği tarihten 24.12.2020’e kadar riskli yapı tespiti yapılmış 306 betonarme binaya ait ortalama basınç dayanımları incelenerek yapılan çıkarımlar şöyle ifade edilebilir:

- Binaların %16,99’unun 5.00 MPa’dan daha düşük dayanıma sahip olduğu görülmüştür. %59,48’inin ortalama beton basınç dayanımı ise 5.00-10.00 MPa aralığında sonuç vermiştir. Binaların %99,67’si 17,30 MPa dayanımın altında kalmıştır. Bu dayanımın üzerinde yalnızca 1 adet bina gözlemlenmiştir.
- Beton basınç dayanım sonuçlarının binanın yaşı azaldıkça artması beklenirken böyle bir dağılım görülmemiştir. Örneğin; 1940 yılında yapılmış bir binanın ortalama beton basınç dayanımı 9,04 MPa iken, 2003 yılında yapılmış bir binanın ortalama beton basınç dayanımının 3,62 MPa olduğu gözlemlenmiştir.
- Beklenildiği gibi projeli binaların ortalama basınç dayanımı projersiz binalara göre daha yüksek çıkmıştır.
- Eskişehir’in merkez ilçeleri Odunpazarı ve Tepebaşı ele alınacak olursa Odunpazarı’nda ortalama dayanım Tepebaşı’na göre daha düşük çıkmıştır.
- İncelenen binaların %97,71’inde nervürsüz donatı gibi günümüzde kullanılmayan donatı tipi görülmüştür. Nervürlü donatı tipi ise binaların sadece %1,63’ünde görülmüştür.

Tüm veriler değerlendirildiğinde Eskişehir’de ve ülkemiz genelinde kentsel dönüşüme verilen önem daha da artırılmalı, yeni yapıların proje ve uygulama denetiminde kurumlarımıza düşen görev incelik ve titizlikle yerine getirilmelidir.

Teşekkür

Bu çalışmanın yapılabilmesi için veri desteği sağlayan Eskişehir Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğüne, İl Müdürlüğüne bağlı Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Şube Müdürlüğüne ve personellerine teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkısı

Araştırmada; Erdi AKKAN, bilimsel yayın araştırması, saha çalışması, makalenin oluşturulması, grafiklerin hazırlanması; İlker Bekir TOPÇU, tasarımın yapılması, analizlerin yapılması, verilerin değerlendirilmesi, makalenin genel kontrolünün yapılması; Mustafa AKSU, verilerin elde edilmesi, makalenin kontrolünün yapılması konularında katkı sağlamışlardır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun Uygulama Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (2013, 2 Temmuz). Resmi Gazete (Sayı: 28695) Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/07/20130702-3.htm>
- Akcay, B. (2004). Variation of in-place concrete core strength in structures from Istanbul area: Statistical analysis of concrete core data. *Journal of materials in civil engineering*, 16(5), 507-510. doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2004\)16:5\(507\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(2004)16:5(507))
- Akdağ, E., Karakurt, C. (2015). Bilecik İlinde Bulunan Bazı Özel ve Kamu Yapılarındaki Beton Özelliklerinin İncelenmesi, *Politeknik Dergisi*, 18(1), 1-6. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/politeknik/issue/33073/368027>
- Alemdar, Z.F., Caymazer, D (2018). Kentsel Dönüşüm Kapsamında Çok Katlı Betonarme Bir Binanın Deprem Performansının Değerlendirilmesi, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 273-283. Doi : <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.368959>
- Anıl Ö., Koçkar, M.K., Şahmaran, M. (2018). Field Applications For Risk Assessment Methods of Urban Transformation Law No. 6306: A Case Study Of Beyoğlu. *Disaster Science and Engineering*, 4(2), 54-64. Retrieved from: <http://www.disasterengineering.com/en/download/article-file/541623>
- Bakanlar Kurulu Kararı. (2010, 13 Temmuz). Resmi Gazete (Sayı: 27640) Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/07/20100713-4.htm>

- Bayazıt M., Yeğen Oğuz E.B. (2005) Mühendisler İçin İstatistik. İstanbul: Birsen Yayınevi. ISBN: 975-511-102-6
- Belli, G., Boyacıoğlu, E. (2007). Bir kentsel dönüşüm örneği: Ankara '14 Mayıs evleri'. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(4). Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/75638>
- Beyaz, A., Livoğlu, R. (2019). Bursa İli Kentsel Dönüşüm Çalışmalarında Elde Edilen Beton Basınç Dayanımının Değerlendirilmesi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 24(1), 63-74. doi:<https://doi.org/10.17482/uumfd.486033>
- Canbaz, M., Şengel, S. (2016). Betonarme Binalarda Kentsel Dönüşüm Uygulamaları: Eskişehir. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2), 9-16. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/bseufbd/issue/22287/239045>
- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. (2007, 6 Mart). Resmi Gazete (Sayı:26454) Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/03/20070306-3.htm>
- Erdil, B. (2017). Why RC buildings failed in the 2011 Van, Turkey, earthquakes: construction versus design practices. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 31(3), 04016110. doi:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000980](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000980)
- Güler, E., Canbaz, M., Şengel, H. (2019). Betonarme Ve Yığma Binalarda Kentsel Dönüşüm Uygulamaları: Kütahya Örneği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27(2), 60-66. Doi : <https://doi.org/10.31796/ogummf.543246>
- Shimizu, Y., Hirose, M., Zhou, J. (2000, January). Statistical analysis of concrete strength in existing reinforced concrete buildings in Japan. In *12th World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand*. Erişim adresi: <http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/1499.pdf>
- Sofuoğlu, T., Topçu, İ.B. (2015). Eskişehir'de 2013 Yılında Farklı Şantiyelerde Dökülen Betonların İstatistiksel Analizi. *J. of Science and Technology of Dumlupınar University*, (035), 17-28. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dpufbed/issue/35899/402834>
- Topçu, İ.B., Ateşin, Ö. (2013). Kütahya'da Üretilen Betonların İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi, *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (030), 56-63. Erişim adresi: <http://www.dergipark.org.tr/tr/pub/dpufbed/issue/35927/432954>
- Topçu, İ.B., Demir, A. (2004). Eskişehir'de Dökülen Betonların Niteliği Üzerine İstatistiksel Bir Değerlendirme. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17(2), 41-50. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ogummf/issue/30181/325816>
- Topçu İ.B., Şengel S. (2005). A statistical study on ready-mixed concretes produced in Eskişehir after the 1999 earthquake. *Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18(1), 75 - 86. Erişim adresi: <https://app.trdizin.gov.tr/publication/paper/detail/TkRZNE1qQXc>
- Topçu, İ.B., Uzunömeroğlu, A. (2019). Ankara'da Üretilen Hazır Betonların İstatistiksel Analizi, *Nicel Bilimler Dergisi*, 1(1), 16-42. Erişim adresi: <http://www.dergipark.org.tr/tr/pub/nicel/issue/46083/544161>
- Topçu, İ.B., Ünverdi, A., Karakurt, C. (2005). Eskişehir'deki Bir Hazır Beton Firmasının Beton Kalitesinin İstatistiksel Değerlendirilmesi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18(2), 87-98. Erişim adresi: <http://www.dergipark.org.tr/tr/pub/ogummf/issue/30188/325882>
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, (2018, 18 Mart). Resmi Gazete (Sayı:30364 Mükerrer) Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1-2.htm>
- Unanwa, C., Mahan, M. (2014). Statistical analysis of concrete compressive strengths for California highway bridges. *Journal of performance of constructed facilities*, 28(1), 157-167. doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000404](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000404)
- 4708 Sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun (2001, 13 Temmuz). Resmi Gazete (Sayı:24461) Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2001/07/20010713.htm#2>
- 6306 Sayılı Afet Riski Altında Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun (2012, 31 Mayıs). Resmi Gazete (Sayı:28309) Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/05/20120531-1.htm>
- 6306 Sayılı Kanunun Uygulama Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (2019, 16 Şubat). Resmi Gazete (Sayı: 30688) Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/02/20190216-1.htm>