

Isparta'da Üretilen Hazır Betonların İstatistiksel Analizi

İlker Bekir TOPÇU*¹, Abdullah Kazım TUNA¹

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü, Eskişehir, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-2075-6361), ilkerbt@ogu.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 04.06.2021 ve Kabul Tarihi 10.08.2021)

(DOI: 10.35354/tbed.948048)

ATIF/REFERENCE: Topçu, İ. B., Tuna, A. K. (2022). Isparta' da Üretilen Hazır Betonların İstatistiksel Analizi. *Teknik Bilimler Dergisi*, 12 (1), 56-61.

Öz

Isparta bir üniversite şehri olduğu için son yıllarda hızlı bir nüfus artışı dikkat çekmektedir. Bu nüfus artışına bağlı olarak bölgedeki yapılaşma da artmaktadır. Bununla birlikte Isparta ili deprem riski haritasında genel olarak birinci derece deprem kuşağı üzerinde yer alması sonucu kentsel dönüşüm çalışmalarının günümüz ihtiyaç ve beklentilerini karşılaması gerekmektedir. Bu nedenle yapılarda kullanılan betonun kalitesi önem kazanmıştır. Çalışmada Isparta'da 2019-2020 yıllarında farklı beton santrallerinde üretilip, farklı şantiyelere dökülen hazır betonlardan alınan numunelerden C30/37 sınıfı betonların basınç dayanım deney sonuçlarının istatistiksel analizi yapılmıştır. 15x15x15 cm boyutlarında toplam 681 adet numuneye ait dayanım sonuçlarından yararlanılarak, Isparta'da C30/37 sınıfa göre beton kalitesinin ne seviyede olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak Isparta ilinde dayanım deneyleri yapılan C30/37 sınıfı hazır beton numunelerinde standartların büyük ölçüde sağlandığı görülmüştür. Ayrıca bir üst beton sınıfına sarkmaların fazla olması nedeniyle 2019-2020 yıllarında Isparta ilinde standartlara uygun ve aynı zamanda ekonomik olmayan beton üretildiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hazır beton, Basınç dayanımı, İstatistiksel analiz, Kalite control

Statistical Analysis of Ready Mixed Concrete Produced in Isparta

Abstract

Since Isparta is a university city, a rapid population increase has been drawing attention in recent years. Depending on this population increase, the construction in the region is also increasing. Due to Isparta take place on the first-degree earthquake zone on Distribution Maps of Earthquake Risk in Turkey, the change created by gentrification works must meet today's needs and expectations. For this reason, the quality of concrete used in buildings and facilities has gained importance. In study, the statistical analysis of the compressive strength test results of C30/37 class concrete from samples taken from ready-mixed concrete produced in different concrete plants and poured into different construction sites in Isparta in 2019-2020, was made. By using the strength results of 681 sample in 15x15x15cm dimensions, it was tried to determine the level of concrete quality in Isparta according to the C30/37 class. As a result, it was observed that the standards were met in the C30/37 class ready-mixed concrete samples, which were tested in Isparta. In addition, it was concluded that concrete was produced in accordance with the standards and at the same time uneconomical in the province of Isparta in 2019-2020 due to the excessive sagging in the upper concrete class.

Keywords: Ready Mixed concrete, Compressive strength, Statistical Analyze, Quality control

1. Giriş

Günümüzde yaygın bir şekilde yapı elemanı olarak kullanılan iki yapı malzemesi vardır. Bunlar beton ve çeliktir [1]. Bulunuş tarihi kesin olarak bilinmemekle birlikte MÖ. 3000 yıllarında Mısır piramitlerinde kireç ve alçı esaslı harçlar kullanılmasıyla başlayan süreç 1813’ de Fransa’da Louis Vicat’ın ilk yapay çimentoyu bulması ve 1824’de Joseph Aspdin adında bir duvarcı ustasının portland çimentosunu değiştirmesiyle devam etmiş; daha sonra da Amerikalı mühendislerin bu buluşu geliştirmesiyle portland çimentosu bugünkü şeklini almıştır [2]. Beton hemen hemen her tür yapıda kullanılmaktadır. Geleneksel olarak, beton öncelikle çimento, su ve agregadan oluşmaktadır (kaba ve ince agregalar olmak üzere). Karışımın büyük kısmını agregalar oluştursa da, agregaları birbirine bağlayan ve betonun dayanımına katkıda bulunan sertleşmiş çimento hamurudur ve agregalar büyük ölçüde düşük maliyetli dolgu maddeleri olarak kullanılır (dayanımları da önemlidir) [3]. Yapı elemanı olarak yaygın bir şekilde kullanılan beton, gerek kalite gerek dayanıklılık ve gerekse yapı güvenliği açısından belirli bir standardın üzerinde olması gereken bir unsurdur.

Beton teknolojisi çalışmalarını 1850’li yıllarda başlamış olup hızla gelişerek farklı özelliklerde beton sınıflarının oluşmuş ve istenilen özelliklere uygun şekilde hammadde kullanılmasıyla farklı tür betonların üretilmiştir. Hazır beton üretimine Türkiye genelinde 1980’li yılların ikinci yarısından sonra geçilmiştir. Çok genç bir sektör olmasına rağmen Türkiye’de hazır beton sektörü çok hızlı büyümüş ve Avrupa ülkeleri arasında en yüksek üretim seviyesine ulaşmıştır. Bu hızlı büyümede kalite açısından da sorun yaşamamız kaçınılmazdır. Bu tür sorunların aşılabilmesi için betonun üretim yerinde kalite kontrol ve belgelendirmeye tabi tutulması kilit noktadır. [4]. Hazır beton üreticilerinden farklı dayanımlara, kıvamlara, katkılara, agrega boyutlarına vb. sahip çok geniş bir yelpazede beton üretmeleri istenmektedir. Geniş ölçüde farklılaşan talepler sonucu, bir üretici uygunluk kriterlerini farklı beton karışımlarına uygulayabilmek için genellikle belirli beton karışımını yeterince üretmez [5].

Türkiye’nin hazır betonla tanışması Avrupa’dan yaklaşık 70 yıl sonra olmuş, buna rağmen günümüzde en çok hazır beton üretilen ülkeler arasında yer almayı başarmıştır. Türkiye Hazır Beton Birliği 2019 yılı istatistiksel verilerine göre, AB üyesi bütün ülkelerin toplam beton üretim miktarı 260 milyon metreküp iken, sadece Türkiye’de 67 milyon metreküp beton üretilmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinde 0,6 metreküp olan ortalama kişi başına düşen beton miktarı Türkiye’de ortalama 0,8 metreküptür [6].

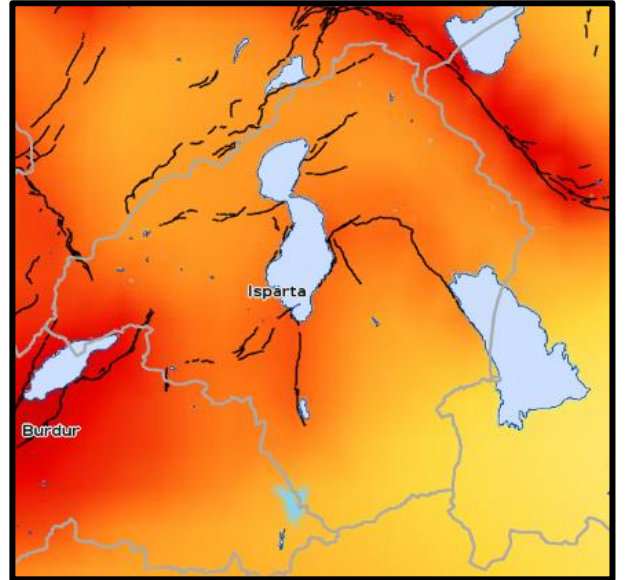
Türkiye geneli tektonik olarak hareketli bir zemin üzerinde bulunduğu için depremlerin en sık tekrarlandığı ülkeler grubuna girmektedir. Ancak gelişmiş ülkelerde yaşanan benzer büyüklükteki depremlere göre ülkemizde can ve mal kaybı çok daha fazladır. Bunun nedeni kullanılan yapı malzemesinin kalitesinin yetersiz olması ve gerekli yapı denetim kontrollerinin yapılmamasıdır. Ülkemizde, deprem yüküne maruz kaldığında diğer gelişmiş ülkelerdeki gibi daha güvenilir yapılar inşa edilebilmesi için, kaliteli beton kullanılması ve standartlara uygun bir şekilde bakımı yapılması gerekmektedir.

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 standartlarına uygun, sağlıklı ve güvenli yaşam alanları teşkil etmek amacıyla

6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun (2012) yürürlüğe girmiştir [7].

Türkiye’de ilk deprem yönetmeliği ise zelzele muntıklarında yapılacak inşaata ait İtalyan talimatnamesi olarak 1940 yılında çıkarılmıştır [8]. Bu tarihten itibaren inşa edilen yapıların kendi döneminde aktif olarak kullanılan yönetmeliğe uygun olması beklense de yetersiz yapı denetimi nedeniyle standartları sağlamayan betonlar kullanılmıştır. Depremde kalitesiz, standartları sağlamayan beton kullanımı, yetersiz kür uygulamaları ve hatalı döküm uygulamaları binaların yıkıma karşı dayanımında büyük etkindir. Betonun kalitesi yapının ömrü ve güvenliği için önemlidir. Hazır beton santrallerinin gelişip yaygınlaşması sayesinde yapılarda daha kararlı betonlar kullanılmaya başlanmıştır.

Deprem gibi dinamik yükler betona etki ettiğinde, betonun yük altındaki davranışını belirleyen en önemli parametrelerden birisi beton basınç dayanımıdır. Ülkemizin %97’si deprem bölgesi içerisinde yer aldığı için 2007 deprem yönetmeliğinde yapılacak tüm betonarme binalarda C20/25’ten daha düşük dayanımlı beton kullanılmayacağı belirlenmiştir [9]. Bu değer 2018 Deprem Yönetmeliğinde C25/30 olarak değiştirilmiştir [10]. Ancak üreticiler beklenen dayanımın altında bir dayanım ile karşılaşmamak için yüksek performansla ulaşabilmek için ekonomik olmayan geleneksel beton tasarım modellerini kullanmaktadırlar [11].



Şekil 1. Isparta ve Çevresi Deprem Fay Hattı Haritası [12]

Isparta’da hasara yol açan 5 büyük deprem yaşanmıştır. Bunların en büyüğü 17 Ocak 1889 depremidir [13]. Isparta ve çevresinde aktif fay hatları bulunmaktadır. Isparta ili, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı’nca hazırlanan Türkiye Deprem Tehlike Haritası’nda en büyük yer ivmesi 0,21-0,39 g aralığındadır. İl, Isparta-Dinar-Çivril-Uşak deprem hattı üzerindedir [14]. Isparta, ülke geneline bakıldığında büyük yer ivmelerine sahip bölgeler arasında yer almaktadır. Isparta’da etkili olabilecek 2 fay kuşağı bulunmakta ve Isparta bu fay kuşaklarının ortasında bulunmaktadır [15]. Bu durum mevcut yapılar üzerinde risk oluşturduğu için bölgede kentsel dönüşüm faaliyetleri artmıştır.

Isparta'da 2019 yılı nüfus sayım sonuçlarına göre merkez ilçesinde 264426 olmak üzere toplamda 444914 kişi bulunmaktadır [16]. Önceki yıla göre %0,79 artış oranıyla ve ikameti kendi şehirlerinde görünmesine rağmen Isparta'da bulunan iki üniversite nedeniyle Isparta'ya gelen öğrenciler konut gereksinimini arttırmıştır. Bu gereksinimi giderebilmek için yeni alanlar imara açılmaktadır. Günümüzde Deregümü mahallesi örneği gibi daha önce tarımsal faaliyette kullanılan verimli topraklar Isparta'nın önde gelen inşaat firmaları ile kentselleşme sürecine devam etmektedir.

2. Materyal ve Metot

Deneysel esnasında kullanılmış olan numuneler, TS EN 206'da belirtilen beton özelliklerine uygun olarak üretilmiştir. Alınan bütün numuneler bir kenarı 15 cm'lik küp şeklinde standart olarak alınmıştır. Betonun sınıflandırılmasında ve dayanımının belirlenmesinde standart bir beton yaşı kullanılması gerekmektedir. Beton dayanımı ilk 7 günde çok hızlı olarak artar ve kazanacağı dayanımın %70'ini kazanır, daha sonra ilerleyen günlerde daha yavaş bir şekilde dayanım kazanma sürecine devam eder.

Basınç dayanımına doğrudan etki eden kür işlemi, tüm uluslararası ve ulusal yönetmeliklerde belirtilen standart kür koşullarında uygulanmıştır. Numuneler döküldükten 24 saat sonra kalıptan çıkarılmış ve kür havuzuna bırakılmıştır. 20±2°C'deki standart kür havuzlarında kirece doymuş su kullanılmıştır. Beton sınıflarının dayanımları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Beton dayanım sınıfları ve dayanımları [17].

Beton Sınıfı	Karakt. Silindirik Basınç Dayanımı, fck MPa	Eşdeğer Küp Basınç Dayanımı, fck MPa	Karakt. Eksenel Çekme Dayanımı, fctk MPa	28 Günlük Elastisite Modülü Ec MPa
C16/20	16	20	1,4	27000
C18/22	18	22	1,5	27500
C20/25	20	25	1,6	28000
C25/30	25	30	1,8	30000
C30/37	30	37	1,9	32000
C35/45	35	45	2,1	33000
C40/50	40	50	2,2	34000
C45/55	45	55	2,3	36000
C50/60	50	60	2,5	37000

Şehir merkezinde 4 tane olmak üzere toplamda 12 adet hazır beton santraliyle biri Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nde olmak üzere üç adet yapı laboratuvarı mevcuttur [18]. Isparta'da çeşitli laboratuvarlardan 2019 ve 2020'de alınmış deney raporlarındaki veriler taranmıştır. Veriler içerisinde 7 ve 28 günlük küp numune dayanımları Tablo 2'de gösterilmiştir. Laboratuvar sonuçları incelenerek yapılacak olan istatistiksel çalışmaya ait veri tabanı elde edilmiş ve histogram, frekans ve eklenik frekans eğrileri oluşturularak istatistiksel parametreler hesaplanmış ve sonuçlara göre hazır betonun kalite kontrolü belirlenmiştir.

Sonuç olarak Isparta ilinde çeşitli beton santrallerinden elde edilen 165 adet 7 günlük deney sonucu ve 516 adet 28 günlük deney sonucu olmak üzere toplamda 681 adet deney sonucundan yararlanılarak Isparta ilinde dökülen C30/37 betonlarının basınç dayanımı üzerine istatistiksel bir değerlendirilme yapılmıştır.

2.1. Beton Deney ve Numune Alma Standartları

Küp, silindir ve prizma şeklindeki ayrı ayrı deney numunesinin temel boyutu, d, beton karışımında kullanılan agrega anma büyüklüğünün en az üç buçuk katı olacak şekilde seçilmelidir. Temel boyut olarak seçilebilecek ölçüler: 100,150,200,250,300 mm'den herhangi biri olmalıdır. Boyutların kontrolü sırasında, sabit veya hareketli parçaya sahip ölçü cihazları kullanılabilir. Yan yüzün, alt ve üst yüzeylere göre diklikten sapma toleransı ±0,5mm'dir. Numunelerin kalıpları su sızdırmaz ve su emmeyecek özellikte olmalıdır [19].

Beton numune kalıbına yerleştirildikten hemen sonra, tam sıkışma elde edilecek, ayrışma olmayacak ve yüzeye aşırı oranda şerbet çıkmayacak şekilde yerleştirilmelidir. Deney numuneleri, kalıp içerisinde, 16 saatten az, 3 günden fazla olmayacak şekilde yeterli sertliğe ulaşmaya kadar, şoktan, titreşimden ve kurumadan korunarak, 20±2°C sıcaklıktaki ortamda tutulmalıdır. Deney numuneleri kalıptan çıkarıldıktan sonra, deney anına kadar, 20±2°C sıcaklıktaki su içerisinde veya sıcaklığı 20±2°C ve bağıl nemi ≥%95 olan kür odasında küre tabii tutulmalıdır [20].

3. Bulgular

Isparta'da 2019-2020'de farklı şantiyelerde beton dökümü sırasında C30/37 betonlarından numuneler alınmıştır. Alınan numunelerin basınç deney sonuçları kaydedilmiştir ve sonuçlar incelenerek istatistiksel bir yoruma varılmıştır. Türkiye'de TS 500 ve TS EN 206 standartları çerçevesinde C30/37 tipte beton için 28 günlük küp numune basınç dayanımı en düşük 37 MPa değerine sahip olması zorunludur. 7 günlük numunenin basınç dayanım değerinin 28 günlük en düşük karakteristik basınç dayanımının %72' si oranında kabul edilmiştir [21]. 2019-2020 yılları arasında dökülen betonların dayanım sonuçlarının istatistiksel analizi için 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarının sınıflandırılması gerekmektedir. Frekans analizinde sınıf aralıklarının sayısının kararlaştırılması önemli bir husustur. Az sayıda sınıf aralığı ile çalışılırsa verilerin büyük bir kısmı kaybedilir, buna karşılık çok fazla sınıf aralığı kullanılırsa histogram çok düzensiz bir görünüm alır ve bazı sınıf aralıklarına çok az sayıda gözlem düşer ya da hiç düşmez. Sınıf aralığı sayısını belirlemek için Formül 1 kullanılır [22].

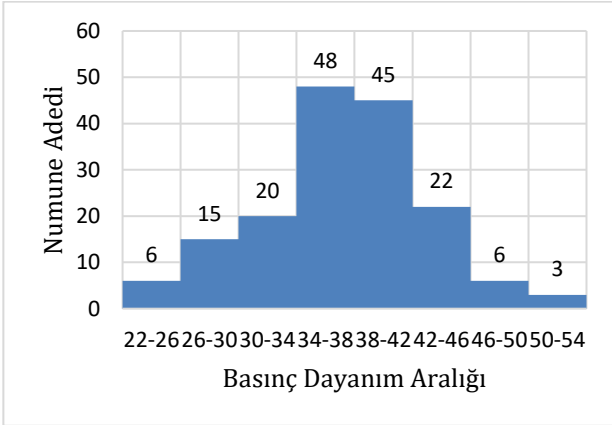
$$m \cong 1 + 3,3 \log_{10} N \quad \text{veya} \quad 2^m \geq N \quad (1)$$

Burada N toplam veri sayısını, m ise basınç dayanımı aralığı oluştururken kullanılacak sınıf aralığı sayısını tanımlamaktadır. Formül kullanılarak yapılan hesaplama sonucu 7 günlük basınç dayanım sonuçlarının 8, 28 günlük basınç dayanım sonuçlarının 10 farklı sınıfa ayrılması gerektiği görülmüştür. Dayanım aralığı, frekans ve eklenik frekans değerleri Tablo 2'de, histogramlar Şekil 2 ve Şekil 3'te gösterilmiştir.

Tablo 2. 7 ve 28 günlük dayanım

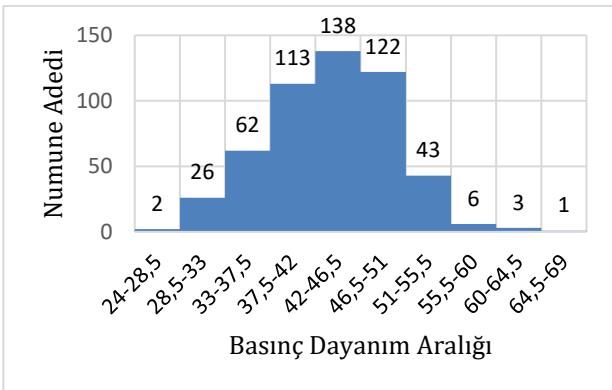
7 Günlük Dayanım Değerleri			
Dayanım Aralığı	Adet	Frekans	Eklenik Frekans
22-26	6	0,036	0,036
26-30	15	0,091	0,127
30-34	20	0,121	0,248
34-38	48	0,291	0,539
38-42	45	0,273	0,812

42-46	22	0,133	0,945
46-50	6	0,036	0,982
50-54	3	0,018	1
28 Günlük Dayanım Değerleri			
24-28,5	2	0,004	0,004
28,5-33	26	0,050	0,054
33-37,5	62	0,120	0,174
37,5-42	113	0,219	0,393
42-46,5	138	0,267	0,661
46,5-51	122	0,236	0,897
51-55,5	43	0,083	0,981
55,5-60	6	0,012	0,992
60-64,5	3	0,006	0,998
64,5-69	1	0,002	1



Şekil 2. 7 Günlük Basınç Dayanımı Histogramu

İnşaat sektöründe teknolojinin ilerlemesiyle ve yapı denetim faaliyetlerinin artmasıyla birlikte hazır beton üretimi de artmıştır. Dolayısıyla hazır beton santrallerinin artması, şantiyelerde dökülen betonların kalitesinde önemli ölçüde bir artışa sebep olmuştur. 1990'larda C20/25 üretimi ve kullanımı çok düşük seviyede iken C30/37 sınıfı günümüzde sık kullanılan betonlar arasına girmiştir [23].



Şekil 3. 28 Günlük Basınç Dayanımı Histogramu

Beton numunelerin basınç dayanım sonuçlarına ulaşıldıktan sonra ne seviyede bir kaliteye sahip olduğunu belirlemek amacıyla Tablo 3'te ACI bünyesinde belirlenmiş olan ve hazır betona ait basınç dayanımı ve kalitesi hakkında verilen değerlerden faydalanılmıştır. Böylece kontrol edilen betonların

kaliteleri çok iyi, iyi, orta ve zayıf olarak kalite kontrol derecelerine ayrılmıştır.

Tablo 3. Kalite kontrol derecesi

Kalite Kontrol Derecesi	$x_{ort} \leq 25 \text{MPa}$ için V_f %	$x_{ort} > 25 \text{MPa}$ için s_{xy} MPa
Çok iyi	<10	<5
İyi	10-20	5,0-6,5
Orta	20-30	6,5-8,0
Zayıf	>30	>8,

Tablo 3'e göre basınç dayanım serisinin ortalamasının 25 MPa'dan küçük olması halinde varyasyon katsayısına göre analiz yapılmaktadır. Dayanım serisi ortalamasının 25 MPa'dan büyük olduğu takdirde standart sapma dikkate alınarak değerlendirme yapmak gerekmektedir. Bu değerlendirmenin yapılabilmesi için de küp dayanım verilerinin silindir dayanımlarına dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu çalışmada bir kenarı 15 cm'lik küp numuneden 15x30 cm'lik silindir numuneye geçiş katsayısı olarak şekil etkisi nedeniyle 0,8 çarpanı kullanılmıştır [24].

3.1. 7 Günlük Dayanımların Analizi

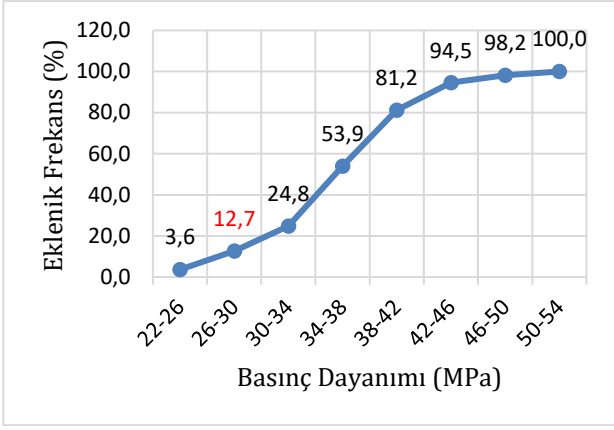
Küp numune verilerini silindir numune verilerine dönüştürdükten sonra 7 günlük beton basınç dayanımlarının ortalaması, standart sapması ve varyasyon katsayısı hesaplanarak bu değerler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. 7 günlük basınç dayanım grubunun silindir numune verilerine dönüştürülmesiyle elde edilen istatistiksel değerler

Gün	En Küçük Değer MPa	En Büyük Değer MPa	Ortalama Dayanım MPa	Standart Sapma MPa	Varyasyon Katsayısı %
7	18,24	41,84	29,773	4,498	15,11

Hesaplanan parametreler incelendiğinde 165 adet 7 günlük numunelerde en yüksek değer 41,84 MPa, en düşük değer ise 18,24 MPa olduğu, 2019 ve 2020 yıllarında dökülen betonların 7 günlük genel ortalama basınç dayanımının 29,773 MPa olduğu görülmüştür. Bu değer Tablo 3'te belirtilen 25 MPa değerinden büyük olması nedeniyle değerlendirmeye standart sapma değeri esas alınarak devam edilmiştir. Tablo 4'te belirtilen standart sapma değerinin 5 MPa'dan düşük olması sonucu incelenen betonların çok iyi kalite kontrol derecesi seviyesinde imal edildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Değerlendirilmesi tamamlanan betonların kalite kontrol derecesine göre farklı bir yöntemle incelenmesi için Eklenik frekans dağılımından yararlanılmıştır ve belirli bir aşılma olasılığı hesaplanmıştır.



Şekil 3. 7 Günlük Numune Basınç Dayanımı Eklenik Frekans Diyagramı

TS EN 206 ve TS 500 Türk standartları çerçevesinde C30/37 tipte beton için küp numunelerin en düşük basınç dayanımı 37 MPa olarak tanımlanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalara dayanarak 7 günlük numunelerin dayanımı, 28 günlük numunelerin dayanımının %72' si olarak alınmıştır. Bu durumda C30/37 beton sınıfı için bir numunenin dökülmesinin ardından yedinci gününde beklenen dayanım değerinin %72'sini sağlaması gerekmektedir.

$$37 * 0,72 = 26,64 \text{ veya } 2^m \geq N \quad (2)$$

Bağıntı 2'de numunelerin en az 26,64 MPa değerini sağlaması gerektiği hesaplanmıştır. Şekil 3 yardımıyla bu değer okunduğunda 26,64 MPa dayanım gerekliliğini numunelerin %12,7 'sinin sağlamadığı ve geriye kalan %87,3' lük kısmın ise standartlardaki dayanım değerini sağladığı görülmüştür.

3.2. 28 Günlük Dayanımların Analizi

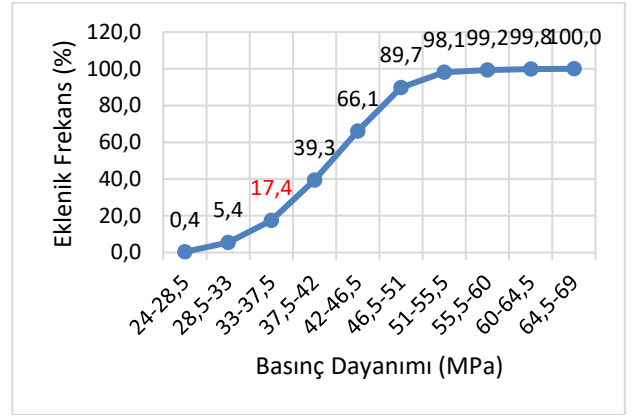
28 gün bekletilen numunelere de basınç dayanım testi yapılmış ve elde edilen veriler küp verilerinden silindir numune verilerine dönüştürülmüştür. Aynı 7 günlük numunelerin değerlendirilmesinde olduğu gibi ACI tarafından kabul edilen ve Tablo 3' te verilen kalite kontrol derecesinden yararlanılmıştır. 28 günlük silindir numune verilerine göre dayanımların ortalaması, standart sapması ve varyasyon katsayısı hesaplanarak bu değerler Tablo 5' te verilmiştir.

Tablo 5. 28 günlük basınç dayanım grubunun silindir numune verilerine dönüştürülmesiyle elde edilen istatistiksel değerler

Gün	En Küçük Değer MPa	En Büyük Değer MPa	Ortalama Dayanım MPa	Standart Sapma MPa	Varyasyon Katsayısı %
28	19,68	53,28	34,788	5,056	14,54

Hesaplanan parametreler incelendiğinde 516 adet 28 günlük numunelerde en yüksek değer 53,28 MPa, en düşük değer 19,68 MPa olduğu görülmüştür. Beton silindir dayanımlarının ortalaması 25 MPa' dan büyük olması nedeniyle kalite kontrol derecesinin belirlenmesinde standart sapma değeri temel alınmıştır. Standart sapma değerinin 5-6,5 aralığında olması nedeniyle incelenen betonların iyi kalite kontrol derecesinde üretildiği sonucuna ulaşılmıştır. Değerlendirilmesi tamamlanan numunelerin kalite kontrol derecesine göre farklı bir yöntemle

incelenmesi için Eklenik frekans dağılımından yararlanılmıştır ve belirli bir aşılma olasılığı hesaplanmıştır.



Şekil 4. 28 Günlük Numune Basınç Dayanımı Eklenik Frekans Diyagramı

TS EN 206 ve TS 500 Türk standartları çerçevesinde C30/37 tipte beton için küp numunelerin en düşük basınç dayanımı 37 MPa olarak tanımlanmıştır. Şekil 4' ten yararlanılarak %17,4'ünün TS EN 206 ve TS 500 standartlarındaki dayanım değerlerine uygun olmadığı tespit edilmiştir. Geriye kalan %82,6'lık kısmın ise standartlardaki dayanımı sağladığı görülmüştür.

Dayanımların genel olarak hedef değer olan 37 MPa etrafında yığıldığı görülmüştür. Ancak istenilen beton sınıfından bir sınıf daha kaliteli olan C35/45 beton sınıfı elde etmenin oranı %34 gibi bir seviyede olduğu görülmüştür.

4. Tartışma ve Sonuç

Isparta ilinde 2019 ve 2020 yıllarında farklı şantiyelerde dökülen C30/37 sınıfındaki betonların, 7 günlük ve 28 günlük deney sonuçlarının incelenmesiyle TS EN 206 ve TS 500 basınç dayanımı standartlarını genel anlamda sağladıkları görülmüştür.

Standartları sağlamayan deney sonuçlarının 7 günlük numuneler için %12,7 ve 28 günlük numuneler için ise %17,4 oranlarında olduğu görülmüştür.

Kaliteli betonu üretmek için betonu oluşturan hammaddeleri düzenli bir şekilde günlük veya haftalık olarak test etmek gereklidir [25]. Standartları sağlamayan sonuçlar üzerinde deney numunelerinin özensiz alınmasının, şantiye ortamında bekletilen numunelerin yeterli kür koşullarının sağlanamamasının ve deney cihazlarında olası kalibrasyon yetersizliğinin etkisi yüksektir.

Sonuç olarak deneyleri ve istatistiksel analizi yapılan beton numunelerin TS EN 206 ve TS 500 değerlerini tam anlamıyla sağlayamadığı görülmüştür. Ayrıca bir üst sınıf olan C35/45 beton sınıfına sarkmaların çok olması nedeniyle ekonomik olmayan bir beton üretiminin söz konusu olduğu kanısına varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışmanın konusunu oluşturan Isparta ili beton basınç dayanım sonuçlarının temin edilmesinde katkılarından dolayı Isparta Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğüne, Isparta'da aktif olarak çalışan yapı denetim firmaları ve yapı laboratuvarlarının personellerine teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynakça

- [1] Neville, A. M. 2010. Concrete Technology. 2nd, Editions. Pearson. 442s.
- [2] S. Memiş, İ. G. Mütevellî, M. U. Yılmazoğlu, 2016. Sinop İlinde Üretilen Hazır Betonların İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi. Engineering Sciences, Cilt11-Sayı4, 83-92.
- [3] S. Narayanan 2013. Introduction to Reinforced Concrete, Oxford University Press, 1-44.
- [4] M. H. Özkul, T. Akakın, S. Uçar 2012. Quality Inspections on Ready-Mixed Concrete: Turkish Experience, XVI ERMCO Congress, Haziran, 1-14
- [5] R. Caspeele, L. Taerwe 2011. Statistical comparison of data from concrete families in ready-mixed concrete plants, Structural Concrete 12, No. 3, 148-154
- [6] Türkiye Hazır Beton Sektörü İstatistikleri <http://www.thbb.org/media/422739/thbbistatistikler-2019.pdf> (Erişim Tarihi: 03.01.2021)
- [7] A. Beyaz, R. Livaloğlu, 2019. Bursa İli Kentsel Dönüşüm Çalışmalarında Elde Edilen Beton Basınç Dayanımının Değerlendirilmesi. Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, 63-74.
- [8] İ.B. Topçu, T. Sofuoğlu, 2015. Eskişehir'de 2013 Yılında Farklı Şantiyelerde Dökülen Betonların İstatistiksel Analizi. J. Of Science and Technology of Dumlupınar University, 17-28.
- [9] Anonim. 1998. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik <http://koeri.boun.edu.tr/depremmuh/yonetmelikler/DBYBH-Y-2007-KOERI.pdf> (Erişim Tarihi: 03.01.2021)
- [10] Anonim. 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1.pdf>
- [11] J. N. Pacheco, J. de Brito, C. Chastre, L. Evangelista, 2019. Statistical analysis of Portuguese ready-mixed concrete production, Construction and Building Materials 209, 283–294
- [12] Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması, <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml> (Erişim Tarihi: 14.01.2021)
- [13] S. Satılmış, 2018. Birinci El Kaynaklara Göre Isparta Depremleri (19. Yüzyılın İkinci Yarısı). Selçuklu Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi, 40, 297-312.
- [14] Isparta İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Isparta Jeolojik Yapı <http://isparta.ktb.gov.tr/TR-71017/jeolojik-yapi.html> (Erişim Tarihi: 03.01.2021)
- [15] M. Davraz, E. Başpınar, H. Ceylan, 2012. Yapı Denetim Kurumları Öncesi Isparta ve Yakın Çevresindeki Hazır Beton Kalitesi. SDÜ Teknik Bilimler Dergisi, 18-25.
- [16] <http://www.nufusune.com/isparta-nufusu> (Erişim Tarihi: 04.01.2021)
- [17] B. Baradan, H. Yazıcı, S. Aydın, 2012. Beton, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, No. 334, İzmir, 428.
- [18] M.U. Yılmazoğlu, S. Memiş, İ.G. Mütevellî, Kastamonu İlinde Kullanılan Betonların Nicel Analizi, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4 (2016) 756-764.
- [19] E. Yılmaz, D. Nazlıkol, İ. Özcan, Ortam Şartlarının Beton Dayanımına Etkisi, Hazır Beton Dergisi, (2019), Kasım - Aralık, 73-77.
- [20] TS-500, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları. 1. Baskı, Ankara.
- [21] T.C. Isparta Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü 2020 Faaliyet Raporu http://webdosya.csb.gov.tr/db/isparta/menu/ilk-6-ay-2020-performans_20200707120640.pdf
- [22] TS EN 12390-1 Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri- Bölüm 1: Deney Numunesi ve Kalıplarının Şekil, Boyut ve Diğer Özellikleri
- [23] TS EN 12390-2 Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri- Bölüm 2: Dayanım Deneylerinde Kullanılacak Deney Numunelerinin Hazırlanması ve Küre Tabii Tutulması
- [24] M. Bayazıt, E.B. Yeğen Oğuz 2013. Mühendisler İçin İstatistik. İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, 74-75.
- [25] İ. B. Topçu, A. Uzunömeroğlu, 2019. Ankara'da Üretilen Hazır Betonların İstatistiksel Analizi, Dergi Park, 2019, Cilt1-Sayı1, 16-42.
- [26] ACI 214R-11. (2011), Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete. American Concrete Institute (Amerikan Beton Enstitüsü).
- [27] İ. B. Topçu, C. Sevil, 1999. Sultandere Betonlarının Kalitelerinin İncelenmesi, Deprem Semineri 1, ODTÜ ve Osmangazi Üniv., 21 Mayıs, Eskişehir, 67-80.
- [28] R. Mahajan, R. Buthello, 2015. Quality Control of Ready Mixed Concrete, IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, Volume 12, Issue 5, 1-7.