



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Kastamonu İlinde Kullanılan Betonların Nicel Analizi

Mehmet Uğur YILMAZOĞLU, Selçuk MEMİŞ*, İffet Gamze MÜTEVELLİ

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, TÜRKİYE

* *smemis@kastamonu.edu.tr*

ÖZET

Kastamonu'da nüfusunun artmasına bağlı olarak yapılan projelerin, tesislerin, konut yapılarının sayıları hızla artmaktadır. İl merkezi 1997'de Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nca hazırlanan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'nda 1.dereceden deprem bölgesidir ve Kuzey Anadolu Fayı İl merkezine yaklaşık 70 km uzaklıktaki Tosya İlçe'sinden geçmektedir. Deprem riski bakımından yüksek olan bölgede yapılacak yapı ve tesislerde kullanılacak betonun performansı yüksek olmak zorundadır. Bu çalışmada Kastamonu İli'nde 2008-2013 yılları arasında yapılmış yapı ve tesislerde kullanılan betonların basınç dayanımları istatistiksel olarak incelenmiştir. Bölgede kullanılan betonların niteliği yıllara ve beton sınıfına göre belirlenerek, beton basınç dayanımındaki değişiklikler ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Kastamonu, Beton kalitesi, Basınç dayanımı.*

Quantitative Analysis Of Concrete Used In Kastamonu Province

ABSTRACT

Depending on the increase in Kastamonu population, in the number of plants, projects and structures is rapidly increasing. The city center is the first of the earthquake zone in quake map which prepared Turkey Earthquake Zones that prepared by the Ministry of Public Works and Settlement at 1997. North Anatolian Fault in this region passes through the city center, about 70 km from Tosya county. The performance of concrete to be used that structures and facilities to be made in areas with high seismic risk must be high. In this study, compressive strength of concrete that made structures and facilities used in Kastamonu province between the years of 2008-2013 are examined statistically. Quality of the concrete used in the region is determined by the years and the concrete class. Also this study was demonstrated the variability of the concrete compressive strength.

Keywords: *Kastamonu, Concrete quality, Compressive strength.*

Deprem riskinin yüksek olduğu bu bölgede yapılacak yapı ve tesislerin proje tasarımı ve inşasında gerekli özen gösterilmek zorundadır. Yapılarda genellikle betonarme tasarım tercih edildiğinden günümüzde beton, sudan sonra dünyada en fazla tüketilen malzeme haline gelmiştir [8]. Ekonomik açıdan üretimi ucuz ve işlenebilirliği kolay olan beton, servis bakımı gerektirmeden uzun yıllar özelliğini koruyabilen temel yapı malzemesidir.

Ülkemizde beton üretimi 1980'lere kadar şantiyelerde yalnızca elle ve ilkel araçlarla üretilmekte iken gelişen teknolojiyle entegre olarak hazırlanan, içindeki karışım oranları bilgisayarlarla kontrol edilebilen, malzeme kalitesi standartlara uygun, taşınması ve gerekli yerlere ulaşması transmikser ve pompalar vasıtasıyla kolaylaşan ve bütün bunları hızlı ve ekonomik şekilde gerçekleştirebilen hazır beton üretimi, yaygınlaşmış ve inşaat sektörü için vazgeçilmez hale gelmiştir [9,10,11].

Yapı ve tesislerin durabilitesini etkileyen en önemli parametrelerden biri kullanılan betonun kalitesidir. Beton kalitesi kullanılan çimento hamuru, agrega ve çimento hamuru ile agrega taneleri arasındaki aderansa bağlıdır [12]. Kaliteli bir betondan beklenen en önemli performans, yapı kullanım amacına göre değişmekle birlikte genellikle basınç dayanımıdır [1,7,10,13]. Gevrek bir yapı malzemesi olan beton, basınç dayanımı yüksek, çekme ve kesme dayanımı düşük bir malzemedir. Bu özelliklere sahip betonun karakterini belirleyen en önemli özelliği ise basınç dayanımıdır [14].

Beton kalitesinin kontrolü için üretimde kullanılan betonun basınç dayanımının bilinmesi gerekmektedir. Beton basınç dayanımının belirlenmesi için çeşitli deney yöntemleri mevcut olmasına rağmen üretim anında kullanılan en yaygın yöntem standart deney yöntemidir. Bu yöntemde taze betondan hazırlanan standart boyutlu numuneler beton standartlarında belirtilen süre ve koşullara uygun kür edildikten sonra kırılmaya tabi tutulmaktadır [12]. Zamanla dayanım kazanan bir malzeme olan beton için ilk 7 gün çok önemlidir. Bu 7 günlük süre zarfında beton hızla dayanım kazanır ve ilerleyen süreçte dayanım kazancı yavaşlayarak devam eder [8]. Betonun tanımlanması ve sınıflandırılmasında kullanılan karakteristik basınç dayanımı (f_{ck}), ulusal ve uluslararası yönetmeliklerce silindir veya küp numunelerin 28 günlük basınç dayanımı olarak kabul edilir [1,13, 15,16]. Bu bağlamda Kastamonu İli'nde yapı ve tesislerde kullanılan betonun basınç dayanımı niteliği istatistiksel olarak araştırılmıştır.

II. YÖNTEM

Betonun en önemli özelliği olan basınç dayanımına göre beton sınıflandırması ve beton tanımlaması yapılmaktadır. Bu tanımlama ve sınıflandırmada, beton, gevrek bir malzeme olması nedeniyle, beton basınç dayanımlarının belirlenmesinde beton örneğinin yaşı, boyutları ve yükleme hızı önemlidir [17]. Beton basınç dayanımı taban çapı 15 cm ve yüksekliği 30 cm olan silindir numunenin suda 20°C ± 2 sıcaklıkta saklanmış 28 günlük standart deney silindirlerinden elde edilir. Karakteristik beton dayanımı (f_{ck}) deneylerden bulunacak olan basınç dayanımlarının bu değerlerden düşük olma olasılığının %10 olduğu değer olup, MPa olarak beton sınıflandırılmasında bu karakteristik beton dayanımından yararlanır. Bu değer sadece silindir numunelerden değil, bir kenarı 15 cm olan küp numunelerden de elde edilebilir. Silindir ve küp beton basınç dayanımı değerleri Çizelge 1'de verilmiştir [18].

Kastamonu Merkez ve ilçelerde Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca 2008 – 2013 yılları arasında alınmış olan 15cm kenar boyutuna sahip küp numunelerden elde edilen raporlar, analiz verilerini oluşturmaktadır. Bu veriler yardımıyla Kastamonu ilinde beton sınıflarındaki değişimin olup olmadığı,

şayet değişim varsa bu değişimin hangi yıllarda olduğu bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Bu amaçla araştırmanın yapıldığı Kastamonu ilinde bulunan 196 farklı binadan farklı yıllarda Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca (29.06.2011 tarihinde 2011 yılında 644 sayılı kanun hükmünde kararname ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı olarak [21] değiştirilmiştir) alınmış (Çizelge 2) 7 ve 28 günlük toplam 2040 numunedan, beton küp basınç dayanımı değerlerindeki değişimin hedef beton basınç dayanımına uygunluğu ve yıllar bazında dayanım değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu verilerin değerlendirilmesi aşamasında ise istatistik hazır paket programlarından SPSS 22 programından yararlanılmıştır. Bu programla, elde edilen verilere, çok yönlü karşılaştırma testlerinden, tek yönlü varyans (one-way anova) analizi uygulanmıştır. Grup varyansları göz önüne alındığında, Duncan testi ile de ikiden fazla grubun ortalamaları arasındaki farkın olup olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 1. Beton sınıfları ve dayanımları(MPa) [18,19, 20]

Basınç Dayanımı Sınıfı	Karakteristik basınç dayanımı (fck)	Eşdeğer küp basınç dayanımı	7 Günlük Dayanım (En az %70)	28 Günlük Dayanım (En az %95)
C 16	16	20	14,00	19,00
C 20	20	25	17,50	23,75
C 25	25	30	21,00	28,50
C 30	30	37	25,90	35,15
C 35	35	45	31,50	42,75
C 40	40	50	35,00	47,50
C 45	45	55	38,50	52,25
C 50	50	60	42,00	57,00

Çizelge 2. Kastamonu İlinde yıllara göre numune alınan bina sayısı

YILLAR	Yapı Sayısı (adet)		
	C 20	C25	C30
2008	3		
2009	1	8	4
2010	3	1	5
2011	3	29	10
2012	7	56	41
2013	2	8	15
TOPLAM	19	102	75

III. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca 2008 – 2013 yılları arasında 196 farklı yapıdan amaç hedef dayanımı belli olan 15cm kenar boyutuna sahip beton basınç dayanımlarının incelenmesi sayesinde, Kastamonu genelinde üretilen betonların kalitesi hakkında bir fikir elde edilmiştir. Bu amaçla Kastamonu ilinden elde edilen ve C20 ile C30 sınıfları arasında değişen beton basınç dayanımı değerleri genel ortalamaları 7 günlük ve 28 günlük olmak üzere Çizelge 3 ve Çizelge 4’te verilmiştir.

Çizelge 3. Yıllara göre 7 günlük beton basınç dayanım değerleri

		N	Ortalama Basınç	Standart sapma	Minimum basınç	Maximum basınç
			dayanımı (MPa)		dayanımı (MPa)	dayanımı (MPa)
C20	2008	15	20,1840	,65363	19,20	21,60
	2009	54	20,5137	1,04031	18,60	23,40
	2010	63	21,1397	1,24360	19,00	24,10
	2011	12	24,6383	5,07113	16,73	31,70
	2012	57	23,9275	3,42578	17,77	37,83
	2013	7	24,8914	3,71804	18,90	29,63
	Total	208	22,1415	2,96873	16,73	37,83
C25	2008	-	.	.	.	.
	2009	61	24,090	1,9176	20,50	27,60
	2010	6	25,140	,5763	24,30	25,80
	2011	154	27,937	3,0097	19,00	35,30
	2012	154	27,994	3,7012	18,10	36,90
	2013	66	26,263	4,3754	18,10	34,90
	Total	441	27,136	3,6309	18,10	36,90
C30	2008	-	.	.	.	.
	2009	93	29,8904	1,22961	25,60	31,90
	2010	81	29,7843	1,55995	25,98	32,50
	2011	92	32,8188	2,98943	25,07	38,30
	2012	21	33,6062	2,84333	28,27	39,37
	2013	78	31,4549	3,01617	23,70	38,40
	Total	365	31,1531	2,72250	23,70	39,37

Çizelge 4. Yıllara göre 28 günlük beton basınç dayanım değerleri

		N	Ortalama Basınç	Standart sapma	Minimum basınç	Maximum basınç
			dayanımı (MPa)		dayanımı (MPa)	dayanımı (MPa)
C20	2008	18	28,5317	3,37648	24,25	35,33
	2009	51	26,3453	1,11711	25,00	31,26
	2010	67	27,0325	2,11218	25,00	37,00
	2011	12	29,9108	3,23620	25,77	36,37
	2012	57	29,4589	3,55771	19,87	44,53
	2013	7	32,3800	5,04596	25,43	37,53
	Total	212	27,9864	3,10501	19,87	44,53
C25	2008	-	.	.	.	.
	2009	72	31,060	2,2758	26,10	35,40
	2010	6	31,603	,5057	31,00	32,30
	2011	154	33,809	2,7493	26,60	43,20
	2012	154	34,163	2,8147	27,70	41,60
	2013	66	34,814	4,3194	24,70	48,20
	Total	452	33,609	3,1907	24,70	48,20
C30	2008	-	.	.	.	.
	2009	90	37,9387	,86534	34,64	40,80
	2010	81	38,0711	,73382	35,93	40,00
	2011	92	39,9864	2,23179	34,87	47,07
	2012	21	41,9229	2,50836	38,33	46,80
	2013	78	39,8847	2,68156	34,00	46,10
	Total	362	39,1392	2,19339	34,00	47,07

Çizelge 3 ve Çizelge 4 incelendiğinde numune sayılarının (N) tüm gruplar içerisinde 2008 yılında sadece C20 beton sınıfında örnek olduğu görülmektedir. Bu durum 2011 yılında yürürlüğe girmiş olan yapı denetiminden önce alınan örneklerin az olması ile açıklanabilmektedir. Diğer taraftan yıllar bazında gruplar arasındaki değişim incelendiğinde: yıllar genel ortalamasının C20 betonu için 7 günlük 22.14 MPa iken 28 günlük 27.97MPa, C25 betonu için 7 günlük 27.14 MPa iken 28 günlük 33.61MPa ve C30 betonu için de 7 günlük 31.15 MPa iken 28 günlük 39.14MPa dayanım değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. İstatiksel açıdan beton basınç dayanımlarında yıllar arasındaki farklar

Beton Sınıfı	Kür Süresi	Yıllar						Yıllar Ortalaması
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	
C20	7 gün	20,18±0,65a	20,51±1,04a	21,14±1,24a	24,64±5,07b	23,93±3,43b	24,89±3,72b	22,14±2,97
	28 gün	28,53±3,38	26,35±1,12a	27,03±2,11a	29,91±3,24b	29,46±3,56b	32,38±5,05c	27,94±3,08
C25	7 gün	-	24,09±1,92a	25,14±0,58ab	27,94±3,01c	27,99±3,70c	26,26±4,38bc	27,14±3,64
	28 gün	-	31,06±2,28a	31,60±0,51a	33,81±2,75b	34,16±2,81b	34,81±4,32b	33,61±3,19
C30	7 gün	-	29,89±1,23a	29,78±1,56a	32,82±2,99c	33,61±2,84c	31,45±3,02b	31,15±2,72
	28 gün	-	37,94±0,84a	39,07±0,73a	39,99±2,23b	41,92±2,51c	39,88±2,68b	39,14±2,19

a,b,c: Aynı özelliklerdeki satırlara ait yıllara göre homejenlik analiz sonuçlarını göstermektedir.

Çizelge 6. Yıllara göre 7 günlük beton basınç dayanımı değerlerine ilişkin varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Katkı	Kareler toplamı (SS)	Serbestlik derecesi (df)	Kareler ortalaması (MS)	F	P	
C20	Grup içi	515,886	4	128,972	20,613	,000**
	Gruplar arası	1176,281	188	6,257		
	Toplam	1692,168	192			
C25	Grup içi	852,251	4	213,063	18,772	,000**
	Gruplar arası	4948,503	436	11,350		
	Toplam	5800,753	440			
C30	Grup içi	688,774	4	172,193	30,853	,000**
	Gruplar arası	2009,196	360	5,581		
	Toplam	2697,970	364			

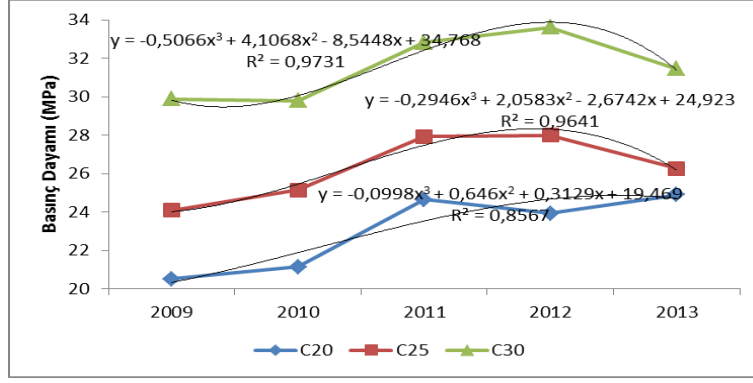
** : p<0,01; * : p<0,05

İstatiksel açıdan yıllara göre beton basınç dayanımları arasındaki fark Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7’de gösterilmiştir. Çizelgeler incelendiğinde 28 günlük beton basınç dayanımları için C20 beton sınıfında $F_{193,4}=17,750$; $p=0,00$; C25 beton sınıfında $F_{451,4}=18,139$; $p=0,00$ ve C30 beton sınıfında $F_{364,4}=35,502$; $p=0,00$ olarak belirlenen değerlerin yıllara göre $\alpha=0,01$ anlam düzeyinde istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir. Bu önemli fark özellikle 2010 yılından sonra olmak üzere tüm gruplarda (Çizelge5) belirlenmiş ve istatistiksel açıdan 2 veya 3 homejenlik grubuna ayrıldığı tespit edilmiştir. Bu durum yapı denetimi hakkındaki kanun ile açıklanabilir. Bu kanun 13 Temmuz 2001 tarihinden itibaren 29 Haziran 2001 tarihli 4708 sayılı kanunun 19 pilot ilde yürürlüğe girmesiyle başlamış ve bu pilot uygulama yaklaşık 9 yıl devam ettikten sonra aynı kanun 13.07.2010 tarih ve 27640 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 14.06.2010 tarih ve 2010/624 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile 01.01.2011 tarihinden itibaren tüm Türkiye genelinde uygulanmaya başlanmıştır[21, 22].

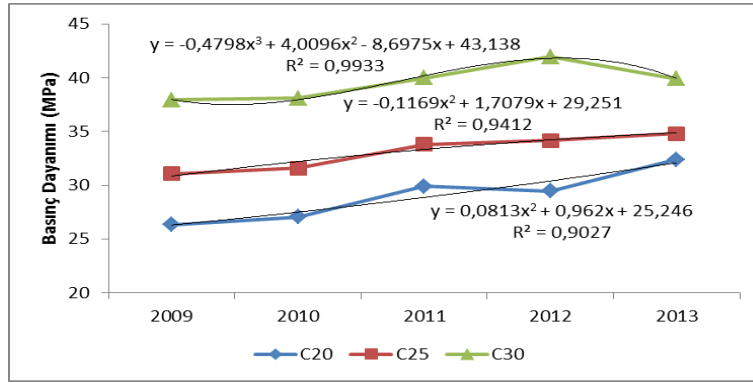
Çizelge 7. Yıllara göre 28 günlük beton basınç dayanımı değerlerine ilişkin varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Katkı	Kareler toplamı (SS)	Serbestlik derecesi (df)	Kareler ortalaması (MS)	F	P	
C20	Grup içi	500,984	4	125,246	17,750	,000**
	Gruplar arası	1333,625	189	7,056		
	Toplam	1834,608	193			
C25	Grup içi	641,216	4	160,304	18,139	,000**
	Gruplar arası	3950,334	447	8,837		
	Toplam	4591,550	451			
C30	Grup içi	494,242	4	123,560	35,502	,000**
	Gruplar arası	1242,511	357	3,480		
	Toplam	1736,753	361			

** : p<0,01; * : p<0,05

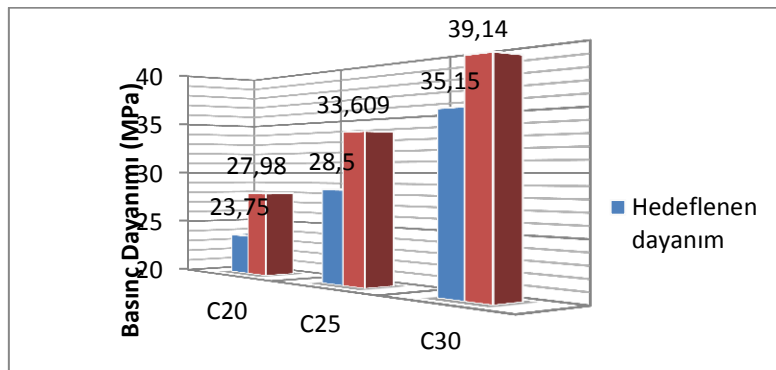


Şekil 2. 7 günlük betonların basınç dayanımlarındaki yıllık değişim



Şekil 3. 28 günlük betonların basınç dayanımlarındaki yıllık değişim

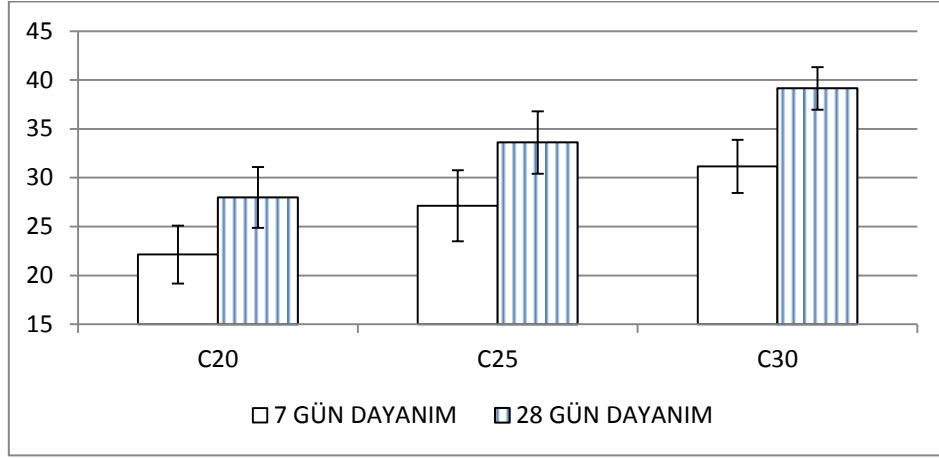
Şekil 2 ve Şekil 3 incelendiğinde, beton basınç dayanımlarındaki değişim eğiliminin yıllara göre (2008-2013) artış eğiliminde olduğu, bu eğilimin özellikle 2011 yılına kadar hızlı iken, 2011 yılından sonra yavaşladığı görülmektedir. Bu durum, 2011 yılında 27640 sayılı resmi gazetede yayınlanarak zorunlu hale getirilen, yapı denetim hakkındaki kanun kapsamının genişletilmesi ile açıklanabilir.



Şekil 4. Beton sınıf ve dayanımlarına bağlı olarak 28 günlük ortalama beton basınç dayanımlarındaki değişim

Kastamonu ili genelinde dökülen betonların ortalama basınç değerleri, TS 500'e [15] göre hedef basınç dayanım değerleri ile karşılaştırıldıklarında beton basınç dayanımında olumlu artış olduğu belirlenmiştir. Beton sınıf ve dayanımlarına bağlı olarak 28 günlük ortalama beton basınç dayanımlarındaki bu artışlar (Şekil 4) incelendiğinde; yönetmelikçe belirlenen beton basınç sınırı

değerlerinden sırasıyla C20, C25 ve C30 betonları için %17,81; %17,93 ve %11,35 oranlarında fazla olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5. Ortalama basınç dayanımları ve standart sapmaları

Şekil 5 incelendiğinde ise Kastamonu ilinde 196 yapıdan alınan numunelerin SPSS 22 programı ile yapılan analizi sonucunda artan beton sınıflarına göre, standart sapma değerlerinin azaldığı görülmüştür. Bu değerler 7 günlük C20, C25 ve C30 beton numuneleri için sırasıyla 2,97 MPa, 3,63 MPa ve 2,72 MPa iken; 28 günlük C20, C25 ve C30 beton numuneleri için sırasıyla 3,11MPa, 3,19MPa ve 2,19 MPa olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir.

IV. SONUÇ

Beton kalitesinin yıllara göre belirlenerek, beton basınç dayanımındaki değişiklerin araştırıldığı bu çalışma neticesinde, Kastamonu ilinde kullanılan betonların basınç dayanımlarında artış olduğu tespit edilmiştir. Özellikle 2011-2013 yılları arasında gerçekleşen bu artışların, Türkiye genelinde yapı denetim sistemine 2011 yılında geçilmesinin bir sonucudur. Ayrıca artan dayanıma rağmen hata oranının sırasıyla C20, C25 ve C30 beton sınıflarında giderek azaldığı ve beton üretiminde iyileşmenin yaşandığı anlaşılmaktadır. Bu iyileşmeye bağlı olarak 7 günlük ve 28 günlük beton basınç dayanımlarının beton gruplarına ve yıllara göre hedeflenen basınç dayanımları ile yönetmelikçe belirlenen sınır değerler arasındaki fark artmış ve belirli bir standarda yaklaşmıştır.

Yapılan bu değerlendirmelere göre, yapı denetim sisteminin zorunlu kılınmasının Kastamonu ilinde kullanılan betonların kalitesinde olumlu yönde değişim göstermesine yol açtığı sonucuna varılmıştır.

V. KAYNAKLAR

- [1] B. Baradan, H. Yazıcı, H. Ün, *Beton ve Betonarme Yapılarda Kalıcılık (Durabilite)* İstanbul: Türkiye Hazır Beton Birliği, (2010)
- [2] İ.B. Topçu, A. R. Boğa *Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi*, **18(1)** (2005) 1-13.

- [3] Anonim, <http://www.koeri.boun.edu.tr/depremmuh/eski/DBYBHY-2007-KOERI.pdf> (Erişim tarihi: 10/08/2015)
- [4] Anonim, <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~kdirik/Kastamonu.pdf> (Erişim tarihi: 10/07/2015)
- [5] Anonim, <http://www.deprem.gov.tr/sarbis/shared/depremaritalari.aspx> (Erişim tarihi: 10/07/2015)
- [6] B. Özmen *Türkiye Jeoloji Bülteni*, **54(3)** (2011) 109-122.
- [7] Anonim, http://www.mta.gov.tr/v2.0/deprem/index.php?id=dep_bol_harita (Erişim tarihi: 10/07/2015)
- [8] Anonim, <http://www.dogateknik.com.tr/Teknik-Belgeler/Turkiyede-ve-dunyada-hazir-beton-sektoru.Pdf> (Erişim tarihi: 10/07/2015)
- [9] Anonim, <http://www.thbb.org/sector/turkiyede-sektor/> (Erişim tarihi: 10/07/2015)
- [10] S. Karaman, A. Esmeray, B. Öztoprak *KSU. Journal of Science and Engineering*, 9(2), (2006)152-158.
- [11] B. Öztoprak, A. Esmeray, S. Karaman *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **12(2)**, (2009)1-7.
- [12] T.Y. Erdoğan, *Beton*, 2. Baskı, Ankara: ODTU Yayıncılık.(2007)
- [13] A. Doğan, *Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı*, 7.Baskı, İstanbul: Birsen Yayınevi. (2011).
- [14] U. Ersoy, G. Özcebe, *Betonarme*, 3.Baskı, İstanbul: Evrim Yayınevi. (2012).
- [15] Anonim, <http://www.dm-consultancy.com/TR/dosya/1-38/h/ts500.pdf> (Erişim Tarihi: 10/07/2015)
- [16] O. Şimşek, *Beton ve Beton Teknolojisi*, 4.Baskı, Ankara: Seçkin Yayıncılık. (2012).
- [17] A. Orbay, *Ayrıntılı Örnekleriyle Betonarme I*, Birsen Yayınevi, İstanbul. (2005).
- [18] İ. Bektay, *Betonarme I Taşıma Gücü ve Kesit Hesapları*, TMMOB İnşaat Müh. Odası İstanbul Şubesi, Maya Basın Yayın. (2003).
- [19] Anonim, <http://www.csb.gov.tr/turkce/dosya/ypg/pgdegitimihazirbetonsunumu.pdf> (Erişim tarihi: 10/07/2015)
- [20] Z. Hanmehmet, *Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarım Esasları*, Cilt I, Birsen Yayınevi, İstanbul, (2002).
- [21] Anonim, <http://slideplayer.biz.tr/slide/2008529/>. (Erişim tarihi: 10/07/2015)
- [22] İ.İ. Atabey *e-Journal of New World Sciences Academy NWSA-Engineering Sciences*, **7(1)** (2012) 119-128.