

BETONDA NİTELİK – SERTLEŞME DENEYLERİ MUKAVEMET SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARISON of QUALITY – HARDENING TESTS STRENGTH
RESULTS IN CONCRETE

Dilek Eryurtlu

Lafarge Beton

Mehmet Işık

Lafarge Beton

Mehmet Uyan

İ.T.Ü.İnşaat Fak.Yapı Malzemesi A.B.D.

Özet

Bu çalışmada; farklı hava koşullarında dökülen betonlardan alınan örneklerden yararlanarak, nitelik deneyi ile sertleşme deneyi mukavemet sonuçları arasındaki ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için farklı tarihlerde beton dökümü esnasında inşaat mahallinde aynı transmikserlerden alınan 12 adet küp numunesinin 6 adedi ertesi gün kalıptan çıkarıldıktan sonra laboratuvar şartlarında diğer altı adedi de dış hava koşullarında kür edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kasım – mart döneminde alınmış numunelerde dış hava koşullarından kaynaklanan dayanım farklılığının ortalama olarak 3 günlük numunelerde % 21 , 7 günlük numunelerde %19 ve 28 günlük numunelerde % 18,2 iken , hava koşullarının daha ılıman olduğu mayıs – ekim döneminde 3 günlük numunelerde % 6,4 , 7 günlük numunelerde % 6,1 ve 28 günlük numunelerde de % 14 dayanım kaybı tesbit edilmiştir. Sonuç olarak, bu çalışmadan elde edilen veriler özellikle yerindeki betonun denetiminde sağlıklı sonuçlara ulaşmada önemli bir katkı sağlayacaktır.

Abstract

In this study by way of samples drawn of concrete produced in different weather conditions, the parallels have been tried to be drawn between quality tests and hardening resistance results. For this purpose; from 12 sample vats taken on different dates during concrete production on site from the same transmixer, 6 of which have been removed from their molds the next day in lab conditions and the remainder 6 vats have been cured under open weather conditions. The results obtained show that, for November-March period the resistance differential arising from environmental weather conditions in the average for 3 days has been 21%, 19% for 7 day samples and 18,2% for 28 day

samples and in more warmer period of May-October resistance loss has been 6,4% for 3 day samples, 6,1% for 7 day samples and 14% for 28 day samples. In conclusion, the outcome data obtained from these tests mainly for audit of concrete on the job sites, shall bear and have fruitful results in reaching and obtaining healthy results.

1. GİRİŞ

Betonda nitelik olarak basınç dayanımı; TS 2940, [1] Taze betondan numune alma metodu standardı'na göre hazırlanmış ve laboratuvarlarda TS 3068, [2] Laboratuvar da beton deney numunelerinin hazırlanması ve bakımı standardı çerçevesinde kür edilmiş küp veya silindir numuneler kullanılarak belirlenir. Şantiyelerde betonun nitelik olarak basınç dayanımı ise, TS 3351, [3] Şantiyede taze beton numunelerinin hazırlanması ve bakımı standardı'na uygun olarak alınmış, saklanmış ve laboratuvar daki kürü eksiksiz yapılmış numuneler üzerinde gerçekleştirilen deneylerle tayin edilir. Gerektiğinde nitelik deneylerine ek olarak TS 500, [4] Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları standardı doğrultusunda sertleşme deneyleri de istenebilir. Şantiye koşullarında saklanmış örnekler üzerinde yapılan sertleşme deneylerinin amacı , beton bakımının ve beton saklama yönteminin yeterli olup olmadığının denetlenmesi ve kalıp alma süresinin belirlenmesidir.

Öte yandan , bazı durumlarda bir hazır beton firmasının verdiği herhangi bir beton sınıfı kalitesindeki betonun yerinde dayanımının belirlenmesi gerekebilir. Bu denetim sırasında betondan alınan karot örneklerinden elde edilen mukavemetler vasıtasıyla beton sınıfının tayininde yine nitelik deneyi mukavemetleri ile sertleşme deneyi mukavemetleri arasındaki ilişkinin bilinmesine gerek vardır

Kalıba yerleştirilmiş betonun katılma ve mukavemet gelişimi için , taze betonun tasarım, üretim ve yerleştirme faktörleri yanında , sertleşmiş betondan istenen verimi alabilmek için çevrenin etkileri de çok önemlidir. Kür koşulları diye adlandırdığımız bu etkilerin istenen düzeyde tutulması, sertleşmekte olan betondan istenen performansı da artıracaktır.

Beton üretim tesislerinde TS 2940 'a göre hazırlanmış ve TS 3068 'e göre kür edilmiş numuneler üretimin yeterli olup olmadığını kontrol etmek içindir ve üretim kalitesi için fikir vermektedir. Standartlar içerisinde laboratuvar koşullarında saklanmış beton basınç dayanımı, yapıda çok özel çevre koşulları sağlanmamışsa yapıdaki beton dayanımından her zaman yüksek olmaktadır. Bunda beton bileşim ve yerleştirme koşulları yanında kür koşullarının da çok büyük etkisi vardır.[5,6,7,8]Yapıdaki betonun maruz kaldığı çevre sıcaklığı, rutubet derecesi ve rüzgar durumu, hidrasyon ve dolayısıyla betonun dayanım gelişimi için önemlidir.

2. ÇALIŞMANIN AMACI

Kalıpta sertleşen betondan istenen niteliklerin elde edilebilmesi için, betondaki bileşen malzemelerinin kalitesi kadar döküm, yerleştirme ve bakım (betonun kürü) koşulları da önem arz etmektedir. Bundan dolayıdır ki sertleşen beton özenle korunmalıdır. Ancak şantiye koşullarında bunu sağlamak çok da kolay olmamaktadır. Bu çalışmada TS 3068'e göre saklanmış beton numune mukavemetleri ile şantiye şartlarında bırakılan

beton numune mukavemetleri arasındaki ilişki araştırılmış, böylece şantiye şartları dolayısıyla kalıptaki betonun ,standart kür görmüş betona göre dayanım gelişimi hakkında bağntılar çıkarılmıştır.Elde edilen bu verilerle beton bakımının ve saklama yönteminin yeterliliğinin denetlenmesi yanında, kalıp alma süresinin tespiti ve yapıdan alınan karot örneklerinden yararlanarak beton sınıfının belirlenmesinde sağlıklı yorum yapma fırsatı oluşturabilecektir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada beton santralinden 2000 ve 2002 yılları arasında üretilen farklı sınıf betonlardan alınan aynı parti numunelerinin, 6 adedi standart laboratuvar şartlarında , 6 adedi de şantiye şartlarında açık havada kür edilerek 3.gün, 7.gün ve 28.gün dayanımları belirlenmiştir. Farklı koşullardaki dayanım sonuçları irdelenerek korelasyon değerleri çıkarılmıştır.

Üretilen ve şantiye dökümü esnasında alınan beton örneği 15 cm ayrıtlı küp kalıplara doldurulmuş 20±4 saat boyunca kalıptan çıkarılıncaya kadar açık havada bekletilmiştir.Kalıptan çıkarılan numunelerin 6 adedi 23±2 °C sıcaklıktaki kür havuzuna konmuş diğer 6 adedi de şantiye şartlarında kırım günlerine kadar bırakılmıştır. Laboratuvar ve şantiye şartlarında saklanmış C 20 , C 25 ve C 35 beton numunelerinin karşılaştırmalı 3, 7 ve 28. gün basınç dayanım değerleri Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3 de verilmiştir.Elde edilen değerler C 20 ve C 25 sınıfı betonlar için 3 numune ortalaması , C 35 sınıfı beton için 2 numune ortalamasını temsil etmektedir.

Döküm tarihi	Beton sınıfı	Çökme (cm)	Şantiye şartlarında			Laboratuvar şartlarında		
			Sıcaklık (°C)	7.gün (N/mm ²)	28.gün (N/mm ²)	Sıcaklık (°C)	7.gün (N/mm ²)	28.gün (N/mm ²)
25.07.2002	C 20	15	33	16,5	21,2	23	18,4	28,4
02.08.2002	C 20	18	32	18,0	24,4	23	20,1	29,4
07.08.2002	C 20	714	34	15,8	17,9	23	17,3	25,0
23.08.2002	C 20	17	30	19,1	25,6	23	22,2	30,1
09.10.2002	C 20	18	24	19,8	24,2	23	21,7	30,1
11.10.2002	C 20	19	23	17,2	24,8	23	20,6	28,0
16.10.2002	C 20	19,5	22	19,3	24,7	23	22,0	28,2
21.10.2002	C 20	18,5	23	20,2	25,4	23	22,0	30,1
22.10.2002	C 20	18	24	23,0	28,1	23	27,1	31,4

Tablo 1: Şantiye ve laboratuvar şartlarında kür edilen C 20 sınıfı beton numune basınç dayanımları.

Döküm tarihi	Beton sınıfı	Çökme (cm)	Şantiye şartlarında			Laboratuvar şartlarında		
			Sıcaklık (°C)	7.gün (N/mm ²)	28.gün (N/mm ²)	Sıcaklık (°C)	7.gün (N/mm ²)	28.gün (N/mm ²)
13.01.2000	C 25	17	9	21,5	34,8	23	28,1	38,4
19.01.2000	C 25	17	10	21,2	33,8	23	29,4	38,5
23.02.2000	C 25	18	12	17,2	29,8	23	31,1	39,7
03.03.2000	C 25	18	15	16,9	26,4	23	23,5	32,2
09.03.2000	C 25	17	16	24,1	34,1	23	31,0	36,4
22.03.2000	C 25	18	12	22,7	31,2	23	27,1	39,7
26.03.2000	C 25	18	17	20,4	29,5	23	27,2	36,3
27.03.2003	C 25	18	16	19,1	27,6	23	21,6	33,6
30.07.2002	C 25	14	31	21,6	26,8	23	22,8	32,5
01.08.2002	C 25	17	34	17,5	22,3	23	17,5	27,2
08.08.2002	C 25	14	29	19,5	23,8	23	20,7	29,6
09.08.2002	C 25	17	31	18,3	25,3	23	21,1	31,8
14.08.2002	C 25	17	30	18,5	25,7	23	21,7	32,4
28.08.2002	C 25	17,5	27	24,5	33,8	23	28,4	39,9
11.09.2002	C 25	17	27	24,6	30,1	23	25,4	35,1
04.10.2002	C 25	17	24	30,4	36,6	23	32,1	44,5
14.10.2002	C 25	18	22	23,5	29,4	23	27,0	34,5
15.10.2002	C 25	16,5	22	28,8	38,3	23	33,8	44,2
18.10.2002	C 25	16,5	23	24,8	30,9	23	27,5	34,2
23.10.2002	C 25	17,5	23	26,7	33,3	23	30,4	36,5
30.10.2002	C 25	19	21	20,2	28,5	23	22,2	32,2

Tablo 2: Şantiye ve laboratuvar şartlarında kür edilen C 25 sınıfı beton numune basınç dayanımları.

Döküm tarihi	Beton sınıfı	Çökme (cm)	Şantiye şartlarında				Laboratuvar şartlarında			
			Sıcaklık (°C)	3.gün N/mm ²	7.gün N/mm ²	28.gün N/mm ²	Sıcaklık (°C)	3.gün N/mm ²	7.gün N/mm ²	28.gün (N/mm ²)
25.02.2000	C 35	17	12	25,1	32,3	41,8	23	27,4	37,6	46,5
09.03.2000	C 35	16	15	-	38,1	51,3	23	-	38,7	59,6
06.04.2000	C 35	17	19	16,8	24,1	38,8	23	29,0	33,6	52,0
10.04.2000	C 35	16	18	29,8	33,3	44,7	23	36,3	45,1	47,8
25.04.2000	C 35	18	22	28,7	36,9	45,1	23	34,8	41,1	53,7
07.05.2000	C 35	18	24	26,9	32,7	39,8	23	36,3	45,4	47,4
15.05.2000	C 35	16	16	31,3	40,9	41,5	23	41,4	43,8	47,1
07.06.2000	C 35	16	28	33,7	43,4	45,3	23	33,8	43,1	50,6
09.06.2000	C 35	18	24	27,7	36,5	45,3	23	32,1	36,3	48,8
15.06.2000	C 35	18	24	31,1	37,7	39,8	23	30,1	40,3	46,6
24.06.2000	C 35	17	31	34,8	38,7	44,8	23	33,2	40,8	47,7
29.06.2000	C 35	19	26	29,5	30,9	41,0	23	35,0	40,1	45,6
01.07.2000	C 35	17	27	31,0	37,0	46,9	23	35,7	46,1	50,6

01.07.2000	C 35	16	27	29,0	37,9	46,2	23	32,0	38,9	53,9
06.07.2000	C 35	16	31	27,6	31,8	40,3	23	30,6	34,1	49,5
18.07.2000	C 35	18	29	35,9	40,8	42,7	23	37,8	39,6	54,7
02.08.2000	C 35	18	30	20,6	23,3	32,2	23	22,2	26,8	39,3
11.08.2000	C 35	19	28	29,9	35,5	41,6	23	-	40,9	51,2
14.08.2000	C 35	18	28	-	31,7	39,6	23	-	35,6	46,1
28.08.2000	C 35	18	24	-	35,7	45,8	23	-	36,3	50,1
03.09.2000	C 35	18	27	-	31,6	35,0	23	29,5	35,9	37,8
04.10.2000	C 35	16	25	26,4	32,7	40,8	23	27,2	35,3	47,0
16.10.2000	C 35	18	23	30,3	33,2	42,6	23	32,1	38,7	47,4
31.10.2000	C 35	18	20	-	31,3	39,1	23	-	34,9	46,7
07.11.2000	C 35	18	20	23,2	27,9	34,5	23	30,4	38,9	43,5
16.11.2000	C 35	16	20	28,7	32,6	46,0	23	33,5	36,8	46,3
19.11.2000	C 35	18	20	26,2	33,3	43,6	23	31,1	38,0	49,8
25.11.2000	C 35	17	18	28,0	34,0	42,9	23	38,1	41,6	55,6
06.12.2000	C 35	18	18	30,9	32,9	41,5	23	38,5	43,4	56,5
23.12.2000	C 35	18	10	15,2	27,1	40,9	23	25,8	35,2	48,0
23.12.2000	C 35	16	14	25,1	30,7	41,5	23	30,5	39,6	53,8
03.01.2001	C 35	17	16	18,1	24,2	34,6	23	24,5	30,9	47,9
25.01.2001	C 35	20	14	30,6	34,9	42,9	23	33,0	40,8	50,9
27.01.2001	C 35	16	17	33,4	42,7	47,9	23	37,2	45,1	53,6
31.01.2001	C 35	18	16	29,1	35,3	47,6	23	38,5	40,9	57,1
18.02.2001	C 35	22	14	18,2	30,0	41,6	23	29,2	41,3	56,7
21.02.2001	C 35	19	10	31,5	35,2	45,3	23	36,8	46,3	55,1

Tablo 3: Şantiye ve laboratuvar şartlarında kür edilen C 35 sınıfı beton numune basınç dayanımları.

4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Deneysel çalışmalardan elde edilmiş verilere dayanarak , farklı beton sınıfları ve yaşlarında kür koşullarının etkisi ile farklılıklar gözlenmiştir. Beton sınıfı , yaşı ve sıcaklık farklılıklarına göre dönüşüm bağıntıları , regrasyon katsayıları hesaplanmıştır. Aşağıda; Tablo 4 'de beton sınıfları ve yaşlarına göre, Tablo 5 'de farklı sıcaklık aralıklarına göre çıkarılan bağıntılar verilmiştir. Örnek olarak yalnızca Şekil 1 de C 20 sınıfı 28.gün dayanımları, Şekil 2 de C 25 sınıfı 28.gün dayanımları, Şekil 3 de C 35 sınıfı 28.gün dayanımları ve Şekil 4' de bütün sınıflar için (20-25 °C) sıcaklık aralığındaki diyagramlar gösterilmiştir.

Beton Sınıfı	Beton Yaşı	Bağıntı	Regresyon katsayısı (R)
C 20	7	$fch = 0,760.fcs + 2,59$	0,965
C 20	28	$fch = 1,388.fcs - 16,20$	0,885
C 25	7	$fch = 0,599.fcs + 6,31$	0,703
C 25	28	$fch = 0,877.fcs - 1,22$	0,911
C 35	3	$fch = 0,825.fcs + 0,63$	0,721
C 35	7	$fch = 0,718.fcs + 5,66$	0,648
C 35	28	$fch = 0,571.fcs + 13,79$	0,673
Tüm Numuneler	7	$fch = 0,827.fcs + 1,06$	0,946
Tüm Numuneler	28	$fch = 0,830.fcs + 0,66$	0,910

Tablo : 4 Farklı sınıf ve yaşlardaki standart ve şantiye şartlarında kür edilmiş betonlar arasındaki bağıntılar.

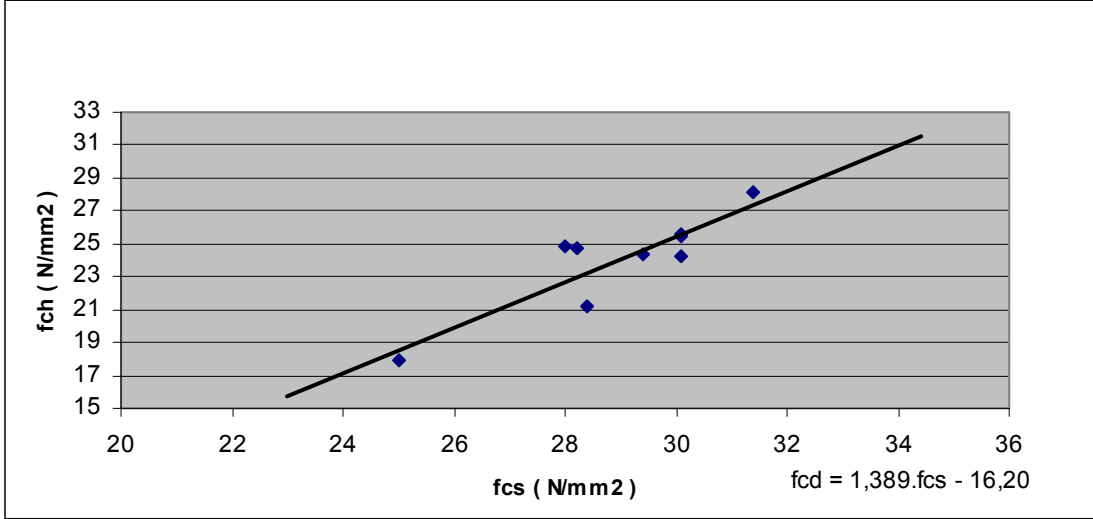
Beton Sınıfı	Şantiye Sıcaklık Aralığı (°C)	Bağıntı	Regresyon katsayısı (R)
Tüm Numuneler (28.gün)	(5 - 10)	$fch = 0,664.fcs + 8,82$	0,996
Tüm Numuneler (28.gün)	(10 - 15)	$fch = 0,797.fcs + 1,04$	0,937
Tüm Numuneler (28.gün)	(15 - 20)	$fch = 0,766.fcs + 3,35$	0,874
Tüm Numuneler (28.gün)	(20 - 25)	$fch = 0,886.fcs - 0,56$	0,967
Tüm Numuneler (28.gün)	(25 - 30)	$fch = 0,876.fcs - 0,90$	0,965
Tüm Numuneler (28.gün)	(30 - 35)	$fch = 0,991.fcs - 5,85$	0,980

Tablo : 5 Farklı sıcaklık aralıklarında şantiye ve standart şartlarında kür edilmiş betonlar arasındaki bağıntılar.

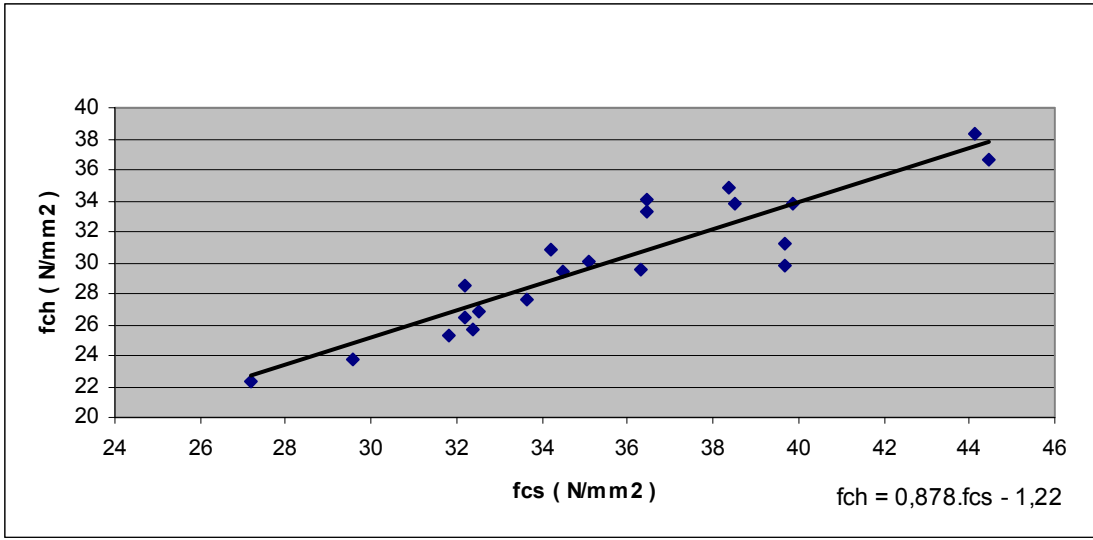
fcs : Laboratuvar şartlarında saklanan numunelerin beton basınç dayanımları

fch : Şantiye koşullarında saklanan numunelerin beton basınç dayanımları

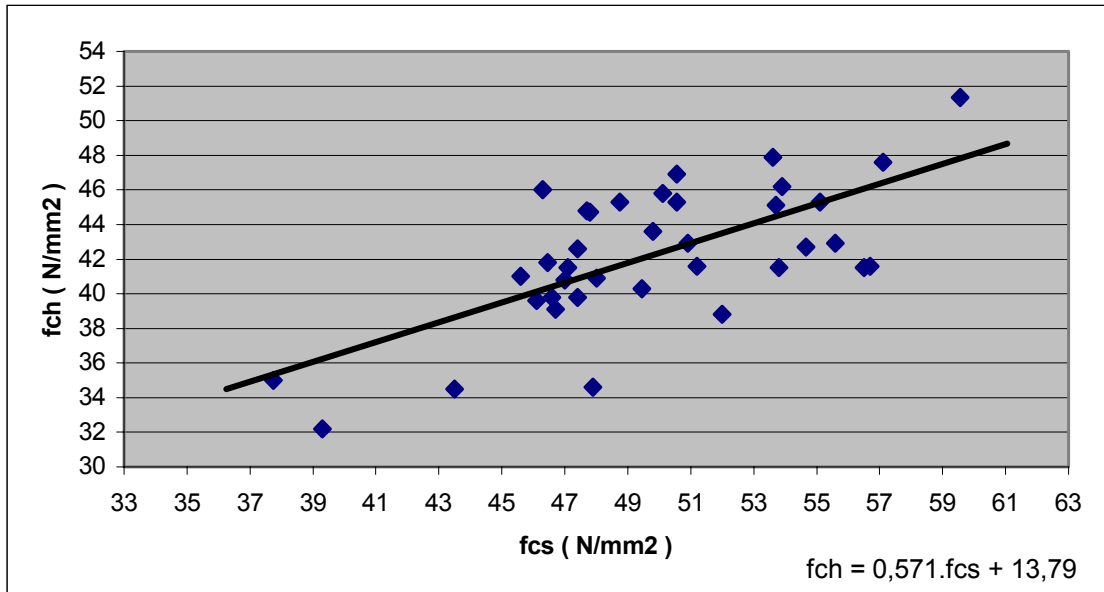
Yukarıda bulunan bağıntılardan; laboratuvar koşullarında saklanmış numune sonucundan yola çıkarak, şantiyede farklı sıcaklık şartlarında ve değişik yaşlara sahip kalıptaki betonun dayanımı hakkında fikir yürütülebilmesi mümkün olabileceği gibi, buna karşılık yapıdan alınan karotlardan elde edilen mukavemetlerden yararlanarak da beton sınıfı hakkında sağlıklı karar verilebilir.



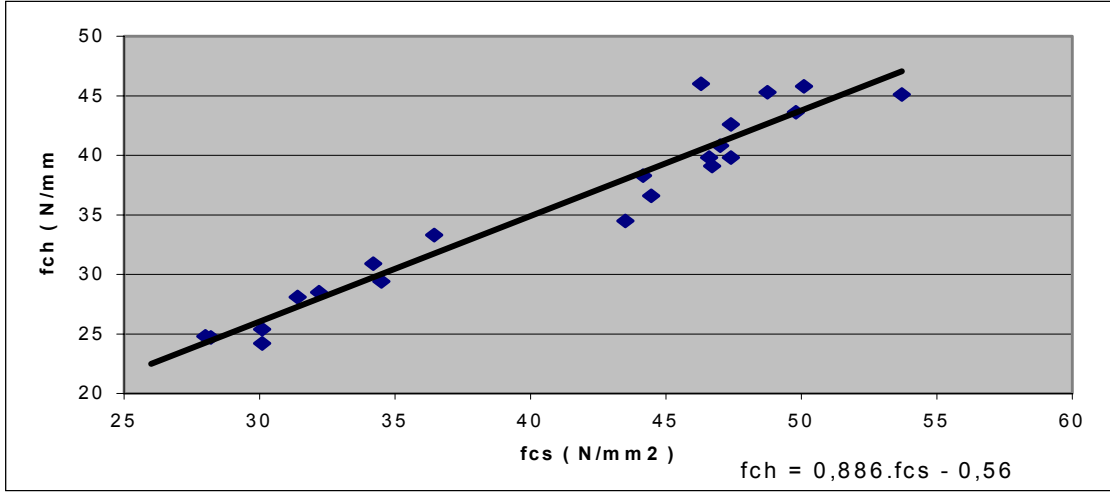
Şekil 1: C 20 sınıfı 28.gün kürlü – kürsüz dayanım ilişkisi.



Şekil 2: C 25 sınıfı 28.gün kürlü – kürsüz dayanım ilişkisi.



Şekil 3: C 35 sınıfı 28.gün kürlü – kürsüz dayanım ilişkisi.



Şekil 4: (20 – 25) °C arası kürlü – kürsüz dayanım ilişkisi.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmadan elde edilen belli başlı sonuçlar aşağıda sıralanmıştır:

1-Şantiye koşullarında saklanmış beton numunelerinin laboratuvar şartlarında saklanmış beton numunelerine göre daha düşük mukavemetler verdiği görülmüştür.

2- 2000-2002 yılları arasında kasım – mart dönemine rastlayan numunelerde; dış hava koşullarından kaynaklanan dayanım farklılığının ortalama olarak, 3 günlük numunelerde % 21 , 7 günlük numunelerde % 19 ve 28 günlük numunelerde % 18,2 iken, hava koşullarının daha ılıman olduğu mayıs – ekim döneminde 3 günlük numunelerde % 6,4 , 7 günlük numunelerde % 6,1 ve 28 günlük numunelerde %14 dayanım farklılığı olduğu görülmüştür. Öte yandan aşağıdaki tabloda da görüleceği gibi; bütün numunelerin basınç dayanımları tüm şartlarda ve tüm sınıflarda birlikte değerlendirildiğinde şantiye koşullarındaki basınç dayanımının standart numunelerine göre ortalama % 85 seviyesinde kaldığı görülmüştür.

Numune	Numune Yaşı (Gün)	Sıcaklık (°C)	Ortalama Dayanım Kaybı	Numune Sayısı
Tüm Numune	28		%15	67
Tüm Numune	7		%14	67
Tüm Numune	3		%15	32
C 35	7		%14	37
C 25	7		%15	21
C 20	7		%12	9
C 35	28		%15	37
C 25	28		%16	21
C 20	28		%17	9
Tüm Numune		5-10	%14	4
Tüm Numune		10-15	%18	11
Tüm Numune		15-20	%16	17
Tüm Numune		20-25	%13	22
Tüm Numune		25-30	%15	15
Tüm Numune		30-35	%19	9

3- Literatür [9] ‘ da benzer bir çalışmada da 13–17 °C sıcaklık ve % 50-65 bağıl nemin olduğu koşullardaki (şantiye koşulları) yapıdaki betonun basınç dayanımının, standart kür koşullarında saklanmış betonun basınç dayanımının % 81,2’ si olduğu bulunmuştur.

4-Tablo 4 ve Tablo 5 deki bağıntılarla, daha ayrıntılı şartlara göre değişik beton sınıfı, yaşı ve ortam sıcaklığına göre laboratuvar koşullarındaki beton dayanımından yola çıkarak şantiye koşullarındaki betonun dayanımı hakkında fikir elde edebilmek mümkündür.

5-Bu bağıntılar aynı zamanda yapı denetiminde betonun yerinde kalitesinin belirlenmesinde, yapıdan alınan karot sonuçlarından yararlanarak beton sınıfının doğru yaklaşımla tayin edilmesine olanak sağlayacaktır.

Kaynaklar

1.TS 2940, Ocak 1980 “Taze Betondan Numune Alma Metotları” Türk standardı, T.S.E.,Ankara.

2-TS 3068, Mart 1978 “Laboratuvarda Beton Deney Numunelerinin Hazırlanması ve Bakımı” Türk standardı, T.S.E.,Ankara.

3-TS 3351, Mart 1979 “Şantiyede Taze Beton Numunelerinin Hazırlanması ve Bakımı”Türk standardı.T.S.E., Ankara.

4- TS 500, Şubat 2000 “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları” Türk standardı.T.S.E., Ankara.

5-Neville,A.M., “Properties of Concrete.” Longman 1995.

6-Erdoğan,T,Y., “Beton ” ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü , 2003, Ankara.

7-Postacığlu,B., “Beton – Bağlayıcı Maddeler.” Cilt 1, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, 1986. İstanbul.

8-Özkul,H., Taşdemir, M.A., Tokyay,M., Uyan,M. “Her Yönüyle Beton.”,T.H.B.B., 1999.İstanbul

9-Öner.A., Opan.M., Sevgül.T., “Beton Yeterlilik-Nitelik Deneyleri Üzerine Deneysel Bir Çalışma.”, Türkiye İnş. Müh. 16. Teknik Kongre, Bildiriler Kitabı, Kasım, 2001,Ankara.