BETONUN KALİTE KONTROLÜNDE İLERİ TEKNOLOJİ KULLANIMI

Mürsel ERDAL, Osman ŞİMŞEK, H. Yılmaz ARUNTAŞ
Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü,
06500, Teknikokullar, Ankara, Türkiye
merdal@gazi.edu.tr, simsek@gazi.edu.tr, aruntas@gazi.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, beton kalite kontrolünde kullanılan ileri teknoloji metotları incelenmiştir. Sertleşmiş beton üzerinde tahribatsız test metotlarından windsor probe penetrasyon testi, beton test çekici ile yüzey sertliği ve ultrases geçiş hızı deneyleri yapılmıştır. Ayrıca, beton bloklardan alınan karot örneklerin tek eksenli basınç dayanım değerleri belirlenmiştir. Karot örneklerin tek eksenli basınç dayanım değerleri ile tahribatsız test metotlarından alınan değerler karşılaştırılmış ve sonuç olarak windsor probe penetrasyon testi, karot örneklerden elde edilen basınç dayanımlarını, ortalama % 0.8 yaklaşıklıkla belirlemiştir. Bu yaklaşıklık, schmidt çekici deneyinde % 10.4, bileşik metotta ise % 2.0'dir.

Anahtar Kelimeler : Beton, Windsor Probe Penetrasyon Testi, Tahribatsız Deney Metotları.

HIGH TECHNOLOGY USAGE FOR THE QUALITY CONTROL OF CONCRETE

ABSTRACT

In this study, advanced technology methods that are used to investigate concretes quality were examined. Windsor probe penetration test, Schmidt hammer test and Ultrasonic test which are non-destructive test methods were carried out on hardened concrete. Besides of non-destructive tests, compressive strength of concrete was determined directly by using core samples taken by coring. Compressive strength of concrete specimens determined by destructive testing was compared by the values determined by non-destructive tests. As a result, Windsor Probe Penetration Test determined the compressive strength values with 0.8 % accuracy according to destructive core sample testing. This accuracy is about 10.4 % at the Schmidt hammer test and 2.0 % at the combined method.

Key Words : Concrete, Windsor Probe Penetration Test, Non-destructive Testing Methods.

1. GİRİŞ

Beton kalitesinin tespitinde kullanılan en önemli parametrelerden birisi basınç dayanımıdır. Basınç dayanımı, eksenel basınç yükü etkisi altındaki betonun kırılmamak için gösterebileceği direnme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır [1,2].

Beton basınç dayanımının belirlenmesinde kullanılan standart metot, silindir veya küp numuneleri taze betondan hazırlamak ve belirli yaşlarda bu numuneleri kırarak basınç dayanımını belirlemektir [3,4]. Bu yöntem, örnek alınması, bakım, kür, deneyin yapılışı ve sonucun alınması aşamalarıyla kolay bir yöntemdir [3,5]. Ancak, silindir veya küp örneklerin, yerindeki betonu tam temsil edememesi, kür koşulları, döküm sırasındaki sıkıştırma işleminin ve test koşullarının her zaman aynı olmaması gibi nedenler, basınç dayanımının bu şekilde belirlenmesini sakıncalı hale getirmektedir [5].

Standart metot, sadece yeni inşa edilmekte olan yapıların beton basınç dayanımlarının belirlenmesinde kullanılabilir. Eğer mevcut yapılmış bir yapının beton basınç dayanımı belirlenecekse, bu durumda kullanılacak en yaygın metot, sertleşmiş betondan kesilerek çıkartılan karot örneklerin kırılmaya tabi tutuldukları metottur. Ancak, bina elemanından karot alınması ve bu şekilde betonun basınç dayanımının belirlenmesi, yapı elemanının kesitinin azalmasına ve dolayısıyla da taşıma kapasitesinin düşmesine neden olmaktadır. Ayrıca bu yöntem, hem zaman alıcıdır hem de ekonomik değildir [3].

Beton basınç dayanımının belirlenmesinde, yukarıda belirtilen metotlardan başka, yapı elemanına zarar vermeyen, uygulaması kolay tahribatsız deney metotları da kullanılmaktadır. Tahribatsız deney metotlarından schmidt çekici ile yüzey sertliği deney metodu, yapı elemanına zarar vermeyen, kolay ve hızlı bir yöntem olması nedeniyle en yaygın kullanılan deney metodudur. Ancak bir çok kişi tarafından bilinçsizce kullanılmakta ve deney sonuçları yanlış değerlendirilmektedir [7]. Ayrıca schmidt çekici, sadece beton yüzeyiyle ilgili bilgi vermekte, betonun iç yapısını yansıtamamaktadır. Dolayısıyla, bulunacak sonuçlar betonun gerçek basınç dayanımını vermeyebilir. Sadece tamamlayıcı ve yararlı ek bilgiler verebilir [8].

Diğer bir tahribatsız test metodu da, ultrasonik test cihazı olarak adlandırılan bir cihaz vasıtasıyla sertleşmiş betonun içerisinden hasarsız olarak geçirilen ses dalgalarının hızının ölçüldüğü ve betonun basınç dayanımı hakkında bir bilgi elde edildiği metottur [2].

Yukarıda sayılan bütün bu metotların dışında A.B.D., Kanada ve Avrupa ülkelerinde yaygın olarak kullanılan, fakat ülkemizde henüz yeterince tanınmayan windsor probe penetrasyon test yöntemi de mevcuttur. Windsor probe test cihazının üreticileri, bu yöntemin betonun basınç dayanımını en fazla % 5 hata ile belirlediğini söylemektedirler [9]. Windsor probe penetrasyon test metodunda; beton basınç dayanımı, özenle idare edilen patlayıcı yüklü çelik bir sondanın, betonun yüzeyinden içeri girmesi ve betona girme derinliğinin ölçülmesiyle belirlenmektedir. Sonda yüzeyden içeri ne kadar az girerse, beton o kadar iyi demektir [4,9,10,11,12].

Windsor Probe Test System Inc. tarafından, Windsor probe penetrasyon testinin karot testine göre daha üstün olduğu ve betonun basınç dayanımının belirlenmesinde alternatif bir metot olarak tercih edilmesi gerektiğini ifade edilmiştir [13].

Swamy ve Al-Hamed, Windsor probe test metodu ile karot dayanım testlerinin sonuçlarını karşılaştırmışlar ve bu sonuçların, standart küp dayanım testinin sonuçlarıyla nasıl bir ilişki içerisinde olduğunu incelemişlerdir. Çalışmanın

sonuçlarına göre; Windsor probe test metodu, 28 güne kadar küp dayanımını, karot numunelerden daha iyi sonuç vermiştir [14].

Kopf'a göre; Karot testi, basınç dayanımını direkt olarak ölçtüğünden yerinde dayanımı ölçmek için en güvenilir yöntem olarak görünmektedir. Bununla birlikte pek çok durumda malzeme kompozisyonu ve deney şartlarının belirli sınırları içerisinde, Windsor probe testi ile dayanım arasında yeterli hassasiyette bağıntılar ortaya koymak mümkündür ve böylece Windsor probe testi, karot testinin yerine tatmin edici bir şekilde kullanılabilir [15].

Malhotra ve Painter, 28 günlük silindirin basınç dayanımının hem Windsor probe penetrasyon testi, hem de karot testi ile aynı oranda standart hata içerdiğini belirtmişlerdir [16].

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Bu araştırmada; beton agregası olarak mohs sertlik derecesi 6 olan kırma çakıl ve kırma kum, PÇ 42.5 portland çimentosu ve içme suyu kullanılmıştır. 1 m^3 beton karışımına giren malzeme oranları, Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Beton karışımına giren malzeme oranları (1 m^3 için)

Malzeme	Miktarı
Kırma Çakıl (16-25 mm)	334 kg
Kırma Çakıl (4-16 mm)	632 kg
Kırma Kum (0-4 mm)	761 kg
Çimento (PÇ 42.5)	426 kg
Su	190 lt

2.2. Metot

2.2.1. Beton karışımının hazırlanması, yerleştirilmesi ve kürü

Beton santralından getirilen hazır beton, döşeme kalıbına yerleştirilmiş ve vibratörlü yüzen mastar kullanılarak sıkıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Beton karışımı, hazır beton tesisinde BS 20'ye göre hazırlanmıştır. Döşeme betonu, Ankara'nın Beşevler semtinde, 1 yıl süresince doğal hava şartlarına maruz kalmıştır. Aylık minimum ve maksimum sıcaklık ile ortalama yağış miktarını gösteren Tablo, Ek 1'de verilmiştir [17].

2.2.2. Deney numunelerinin hazırlanması

Deneylerde kullanmak amacıyla hazırlanan döşeme betonundan, 20 adet 75 mm çapında karot örnekler alınmıştır [18]. Karot örneklerin alt kısımlarındaki eğri yüzeyler, numunenin boyu 150 mm olacak şekilde sulu sistem taş kesme makinesiyle kesilmiştir. Windsor probe penetrasyon testi ve beton test çekici ile yüzey sertliği

deneyleri, doğrudan beton döşeme üzerinde, ultrases geçiş hızı ve basınç dayanımı deneyleri ise alınan karotlar üzerinde yapılmıştır.

2.2.3. Beton Basınç Dayanımlarının Belirlenmesi

2.2.3.1. Karot örneklerin kırılmaya tabi tutularak basınç dayanımının belirlenmesi

Tek eksenli basınç deneyinde, 3000 kN yükleme kapasiteli, dijital kumanda üniteli ve yükleme hızı istenildiği gibi ayarlanabilen basınç test cihazı kullanılmıştır. Tahribatsız deneyleri tamamlanan numuneler, yükleme hızı 1 kN/s olarak ayarlanan preste kırılarak basınç dayanım değerleri belirlenmiştir. Basınç dayanımı deneyi, TS 3114 standardına göre yapılmıştır [19].

2.2.3.2. Windsor probe penetrasyon testi ile basınç dayanımının belirlenmesi

Penetrasyon testinde; 575 ft/lbs'lik bir enerji sağlayan Windsor probe penetrasyon test cihazı kullanılmıştır. Penetrasyon dayanım deneyinde beton yüzeyine 20 adet deneme yapılmış (Şekil 1) ve sondaların betonun içerisine girmeyen kısmı ölçülmüştür. Ölçme işlemi için ayarlı, derinlik göstergeli ölçme cihazı kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Windsor probe penetrasyon testinin uygulanması

Ölçme işleminden sonra agreganın Mohs değeri, çizme metodu ile belirlenmiş ve Ek 2'de verilen tablo yardımıyla betonun basınç dayanımı bulunmuştur. Deney sonucunda beton yüzeyinde oluşan çatlak Şekil 3'te görülmektedir [20]. Penetrasyon dayanım deneyi, ASTM C 803 standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir [21].



Şekil 2. Sondanın beton yüzeyi dışında kalan kısmının derinlik göstergeli aletle ölçülmesi



Şekil 3. Sondasının betona saplanmasıyla yüzeyde oluşan çatlak

2.2.3.3. Schmidt çekici yüzey sertliği deneyi ile basınç dayanımının belirlenmesi

Yüzey sertliği deneyinde; 0.225 kgm darbe enerjisi olan geri tepmeli çekiç (Schmidt çekici) kullanılmıştır. Schmidt çekici ile, beton üzerinde 20 adet okuma yapılmıştır. Yüzey sertliği okuması, ASTM C 805 standardında belirtilen esaslara uygun olarak $\alpha = -90^{o}$ açı ile beton yüzeyi hava kurusu iken yapılmıştır [22]. Geri tepme sayıları, Ek 3'te verilen abak kullanılarak basınç dayanımı değerlerine çevrilmiştir.

2.2.3.4. Birleşik metotla basınç dayanımının belirlenmesi

Birleşik metotla basınç dayanımı belirlenirken, Schmidt çekici ve ultrases geçiş hızı deneyleri birleştirilmiştir. Ultrases geçiş hızı deneyi, 20 adet karot örnekler üzerinde

gerçekleştirilmiştir. Beton numunelerde ultrases geçiş hızı ölçümü, numunelerin zemine temas eden yüzeylerine dik doğrultuda yapılmış ve numune boyunca ultrases geçiş süresi, mikro saniye cinsinden ölçülmüştür. Ultrases geçiş hızı deneyi, ASTM C 597 standardına uygun olarak yapılmıştır [23].

Ultrases geçiş hızı hesaplanmasında, aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır :

$$V = \frac{L}{t} \tag{1}$$

Eşitlikte;
V : Ultrases geçiş hızı (km/s)
L : Numune boyu (km),
t : Numune boyunca ultrases geçiş süresi (s)
olarak verilmiştir.

Elde edilen Schmidt çekici geri tepme sayıları (R) ile ultrases geçiş hızı değerleri (V), aşağıda verilen formül kullanılmak suretiyle her numune için ayrı ayrı ortalama basınç dayanım değerleri bulunmuştur [24].

$$Log\sigma_b = 3.119\sqrt{Log(R^3V^4)} - 5.890 \tag{2}$$

Eşitlikte;
σ_b : Basınç dayanımı (N/mm²),
R : Geri tepme sayısı,
V : Ultrases geçiş hızı (km/s)'dır.

3. BULGULAR

3.1. Beton Basınç Dayanımları

Beton numunelerin tek eksenli basınç dayanım deneyi, Windsor probe penetrasyon testi, Schmidt çekici ile yüzey sertliği deneyi ve bileşik metotla belirlenen basınç dayanım değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Betonların farklı metotlarla belirlenmiş basınç dayanım değerleri

Deney Metodu	Örnek Sayısı	Ortalama (N/mm²)	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Tek Eksenli Pres Basınç Dayanımı	20	32.29	1.5362	29.95	35.47
Windsor Probe Penetrasyon Testi	20	32.56	5.1656	23.73	38.93
Schmidt Çekici İle Basınç Dayanımı	20	35.65	3.0515	29.90	43.10
Bileşik Metot Basınç Dayanımı	20	32.94	1.6757	30.31	35.80

Karot örnekler üzerinde yapılan deneylerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda, karot numunelerin preste kırılmasıyla elde edilen basınç dayanımlarını, Windsor probe penetrasyon testi ortalama % 0.8 yaklaşıklıkla belirlemiştir. Bu değer Schmidt çekicinde % 10.4, bileşik metotta ise % 2.0 olarak tespit edilmiştir.

4. SONUÇLAR

Windsor probe penetrasyon test metodu, hızlı ve kolay uygulanabilme özelliklerinin yanında, diğer tahribatsız test metotlarına göre daha güvenilir olması bakımından, bir yapının beton basınç dayanımını belirlerken alternatif bir test metodu olarak düşünülebilir. Ancak bu metotta, diğer tahribatsız test metotları gibi, yapıdan alınan karot numuneler ile kalibre edilmelidir.

Windsor probe penetrasyon testi, üretici firma tarafından sadece agrega sertliği ile ilişkilendirilmiştir. Ancak agrega sertliğinin yanında, agreganın tipi, şekli ve maksimum tane çapının da, sondanın betona girme derinliğini etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bununla beraber beton karışım oranları, nem muhtevası, kür şekli ve yüzey şartları gibi parametrelerde incelenmelidir.

Ayrıca, beton dayanım hassasiyetini etkileyebilecek önemli parametrelerin içinde beton yaşı ve karbonatlaşma derecesi de vardır. Bilindiği gibi karbonatlaşma, betonun fiziksel ve kimyasal özelliklerini, yüzeyin altında belirli bir derinliğe kadar değiştirebilir ve bu değişikliğinde sonda penetrasyon derinliğini etkileyebileceği dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Erdoğan, T. Y., Betonda kalite sorunları ve yapılarda beton kalitesinin önemi. İyi beton, Kuzey Kıbrıs 1. Beton Kongresi, Atatürk Kültür Merkezi, Lefkoşe, 1990.

2. Erdoğan, T. Y., Beton, METU Press Publishing Company, Ankara, 2003.

3. Erdoğan, T.Y., Özer, Ö., An evaluation of different test methods to determine concrete compressive strength, Fourth International Conference on Concrete Technology in Developing Countries, Gazimağusa, Turkish Republic of Northern Cyprus, 1996.

4. Long, A. E., Henderson, G.D., Montgomery F.R., Why assess the properties of near-surface concrete, Construction and Building Materials, V.15, p.65-79, 2001.

5. Yüksel, İ., Bileşik yıkıntısız beton deneyleri ile beton mukavemetinin belirlenmesi ve betonarme bir yapıda uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Tek. Üni., Fen Bil. Enst., İstanbul, 1995.

6. Yavuz, M., Standart silindir örnekler ve karotlardan elde edilen beton basınç dayanımı değerleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üni., Fen Bil. Enst., Erzurum, 1996.

7. Türkel, S., Yazıcı, H., Baradan, B., Beton tabancası deney yönteminin güvenilirliğine ilişkin iki uygulama, Türkiye İnşaat Müh. XVI. Teknik Kongre ve Sergisi, Teknik Notlar Kitabı, s.218-228, Ankara, 2001.

8. TS 3260, Beton yüzey sertliği yolu ile yaklaşık beton dayanımının tayini, TSE, Ankara, 1978.

9. WPS 500 Windsor probe test sistemi kullanım kılavuzu, NDT Windsor Systems Inc., Chicago, U.S.A, 1994.

10. Mehta, P.K., Concrete structure, properties and materials, Prentice-Hall, Inc., s.336, New Jersey, U.S.A, 1986.

11. Mallick, D.V., Ben-Zeitun A., UPV method of testing in-situ concrete, Proceedings of The First International Conference on Concrete Technology for Devoloping Countries, Amman, Libya, 1983.

12. Neville, A. M., Properties of Concrete, Longman Scientific & Technical, New York, U.S.A., 1993.

13. Windsor Probe Test System, Inc., Compressive strength testing of concrete, Elmwood, U.S.A, 1970.

14. Swamy, R.N. and Al-Hamed, A.H.M.S., Evaluation of the windsor probe test to assess in-situ concrete strength, Proc. Inst. Civil Engineering., Part 2, England, 1984.

15. Kopf, R.J., Cooper, C.G., and Williams, F.W., In-situ strength evaluation of concrete case histories and laboratory investigations, Concr. Int. Design and Consruction, U.S.A, 1984.

16. Malhotra, V.M., and Painter, K.P., Evaluation of the windsor probe test for estimating compressive strength of concrete, Mines Branch Investigation Rep. IR 71-1, Ottowa, Canada, 1971.

17. T.C. Başbakanlık Meteoroloji İşleri Genel müdürlüğü, Elektronik Bilgi İşlem Müdürlüğü, Ankara, 2001.

18. ASTM C 42/C 42M, Standart test method for obtaining and testing drilled cores and sawed beams of concrete, ASTM, U.S.A, 1999.

19. TS 3114, Beton deney numunelerinin basınç dayanımı tayini, TSE, Ankara, 1998.

20. Erdal, M., Beton basınç dayanımının bazı tahribatsız test yöntemleriyle belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üni., Fen Bil. Enst., Ankara, 2002.

21. ASTM C 803/C 803M., Standart test method for penetration resistance of hardened concrete, ASTM, U.S.A, 1999.

22. ASTM C 805, Standart test method for rebound number of hardened concrete, ASTM, U.S.A, 1997.

23. ASTM C 597, Standart test method for pulse velocity through concrete, ASTM, U.S.A, 1998.

24. Arıoğlu, E., Odbay, O., Bileşik yıkıntısız yöntemle beton dayanımının kestirilmesi için yeni formül ve uygulama sonuçları, Beton Prefabrikasyon Dergisi, Sayı 29, s.5-11, Ankara, 1994.

EK - 1

BETONUN BİR YIL SÜRESİNCE MARUZ KALDIĞI HAVA ŞARTLARI

T. C.
B A Ş B A K A N L I K
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Elektronik Bilgi İşlem Müdürlüğü

İSTASYON ADI : ANKARA **İSTASYON NO : 17130**

AYLIK MİNİMUM SICAKLIK (ºC)

YIL	OCAK	ŞUBA	MART	NİSA	MAYI	HAZi	TEMM	AĞUS	EYLU	EKİM	KASI	ARAL
2000											-2,0	-9,2
2001	-7,2	-5,1	-0,6	2,2	5,8	5,8	12,8	9,6	7,3	-1,8	-6,5	

AYLIK ORTALAMA SICAKLIK (ºC)

YIL	OCAK	ŞUBA	MART	NİSA	MAYI	HAZi	TEMM	AĞUS	EYLU	EKİM	KASI	ARAL
2000											8,7	2,2
2001	3,0	4,1	11,5	12,6	14,8	21,9	26,3	24,7	20,8	13,2	6,9	

AYLIK MAKSİMUM SICAKLIK (ºC)

YIL	OCAK	ŞUBA	MART	NİSA	MAYI	HAZi	TEMM	AĞUS	EYLU	EKİM	KASI	ARAL
2000											21,2	13,0
2001	15,0	17,4	25,7	26,4	29,0	35,1	38,1	36,3	32,0	29,0	20,2	

AYLIK TOPLAM YAĞIŞ (mm)

YIL	OCAK	ŞUBA	MART	NİSA	MAYI	HAZi	TEMM	AĞUS	EYLU	EKİM	KASI	ARAL
2000											7,4	31,0
2001	6,8	43,0	32,8	27,3	110,0	0,0	2,5	19,3	13,0	1,0	64,8	

EK – 2

WİNDSOR PROBE PENETRASYON DERİNLİĞİNİ BASINÇ DAYANIMINA ÇEVİRME TABLOSU

GÖRÜNEN	BASINÇ DAYANIMI (N/mm²)				
SONDA	MOHS	MOHS	MOHS	MOHS	MOHS
(cm)	NO. 3	NO. 4	NO. 5	NO. 6	NO. 7
3,30	15,79				
3.35	16,67				
3.40	17,65				
3.45	18,53				
3.50	19,42	14,61			
3.55	20,30	15,59			
3.60	21,18	16,48			
3.65	22,06	17,46			
3.70	23,05	18,44			
3.75	23,93	19,32	14,61		
3.80	24,81	20,30	15,59		
3.85	25,69	21,18	16,57		
3.90	26,58	22,16	17,55		
3.95	27,46	23,14	18,53		
4.00	28,44	24,03	19,52		
4.05	29,32	25,01	20,50	15,10	
4.10	30,20	25,99	21,48	16,18	
4.15	31,09	26,87	22,46	17,26	
4.20	31,97	27,85	23,44	18,34	
4.25	32,85	28,83	24,52	19,42	
4.30	33,83	29,71	25,50	20,50	14,61
4.35	34,72	30,69	26,48	21,57	15,79
4.40	35,60	31,68	27,46	22,65	16,97
4.45	36,48	32,56	28,44	23,73	18,14
4.50	37,36	33,54	29,42	24,81	19,32
4.55	38,25	34,42	30,40	25,89	20,50
4.60	39,23	35,40	31,38	26,97	21,67
4.65	40,11	36,38	32,36	28,05	22,85
4.70	40,99	37,27	33,34	29,13	24,03
4.75	41,87	38,25	34,32	30,20	25,30
4.80	42,76	39,23	35,30	31,28	26,48
4.85	43,64	40,11	36,28	32,36	27,65
4.90	44,62	41,09	37,27	33,54	28,83
4.95	45,50	42,07	38,25	34,62	30,01
5.00	46,39	42,95	39,23	35,70	31,19
5.05	47,27	43,93	40,21	36,77	32,36
5.10	48,15	44,82	41,19	37,85	33,54
5.15	49,03	45,80	42,17	38,93	34,72

EK – 2 (Devamı)

GÖRÜNEN	BASINÇ DAYANIMI (N/mm²)				
SONDA	MOHS	MOHS	MOHS	MOHS	MOHS
(cm)	NO. 3	NO. 4	NO. 5	NO. 6	NO. 7
5.20	50,01	46,78	43,15	40,01	35,89
5.25	50,90	47,66	44,23	41,09	37,07
5.30	51,78	48,64	45,21	42,17	38,25
5.35	52,66	49,62	46,19	43,25	39,42
5.40	53,54	50,50	47,17	44,33	40,60
5.45	54,43	51,48	48,15	45,40	41,78
5.50	55,41	52,47	49,13	46,48	42,95
5.55	56,29	53,35	50,11	47,56	44,23
5.60	57,17	54,33	51,09	48,64	45,40
5.65	58,06	55,31	52,07	49,72	46,58
5.70	58,94	56,19	53,05	50,80	47,76
5.75	59,92	57,17	54,03	51,88	48,94
5.80	60,80	58,06	55,02	52,96	50,11
5.85	61,68	59,04	56,00	54,03	51,29
5.90	62,57	60,02	56,98	55,11	52,47
5.95	63,45	60,90	57,96	56,19	53,64
6.00	64,33	61,88	58,94	57,27	54,82
6.05	65,31	62,86	59,92	58,35	56,00
6.10	66,19	63,74	60,90	59,43	57,17
6.15	67,08	64,72	61,88	60,51	58,35
6.20	67,96	65,70	62,86	61,59	59,53
6.25	68,84	66,59	63,94	62,66	60,70
6.30		67,57	64,92	63,74	61,88
6.35		68,45	65,90	64,82	63,06
6.40		69,43	66,88	65,90	64,33
6.45			67,86	66,98	65,51
6.50			68,84	68,06	66,69
6.55				69,23	67,86

EK - 3

SCHMİDT ÇEKİCİ "R" DEĞERLERİ VE VURUŞ AÇISI İLE BASINÇ DAYANIMI BELİRLEME GRAFİĞİ

