



**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DÜZCE YÖRESİ AGREGALARININ MÜHENDİSLİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE BETON
ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

İlknur ÖZGAN

YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**HAZİRAN 2010
DÜZCE**

**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DÜZCE YÖRESİ AGREGALARININ MÜHENDİSLİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE BETON
ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

İLKNUR ÖZGAN

YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**HAZİRAN 2010
DÜZCE**

İlknur ÖZGAN tarafından hazırlanan “Düzce Yöresi Agregalarının Mühendislik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Beton Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Serkan SUBAŞI
Yapı Eğitimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Yapı Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Metin ASLAN
Yapı Tasarımı Eğt. ABD, Gazi Üniversitesi
Doç. Dr. Serkan SUBAŞI
Yapı Tasarımı Eğt. ABD, Düzce Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Yılmaz KOÇAK
Geoteknik Eğt. ABD, Düzce Üniversitesi

Tarih: 29/06/2010

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Refik KARAGÜL
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İlknur ÖZGAN

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Doç. Dr. Serkan Subaşı'na en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen Yapı Eğitimi Bölüm Başkanlığına, Yapı Eğitimi Bölümü öğretim elemanlarına ve Araştırma Görevlilerine teşekkürü borç bilirim.

Haziran 2010

İlknur ÖZGAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	xiii
ÖZ	xv
ABSTRACT.....	xvi
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	4
2.1. AGREGA ÜRETİM YÖNTEMLERİ	5
2.2. AGREGALARIN SINIFLANDIRILMASI	6
2.2.1. Elde Ediliş Şekillerine Göre Agregalar.....	6
2.2.2. Birim Ağırlıklarına Göre Agregalar.....	7
2.2.3. Tane Boyutlarına Göre Agregalar.....	8
2.3. AGREGALARDA ARANAN ÖZELLİKLER.....	9
2.3.1. Fiziksel Özellikler.....	9
2.3.2. Kimyasal Özellikler.....	13
2.3.3. Mekanik Özellikler.....	16
3. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	20
4. MALZEMELER VE METOTLAR.....	29
4.1. MALZEMELER.....	29

4.1.1. Agrega.....	29
4.1.2. Çimento ve Su.....	31
4.1.3. Kimyasal katkı maddesi.....	32
4.2. METOTLAR.....	33
4.2.1. Agrega Deneyleri.....	33
4.2.2. Beton Karışım Dizaynı ve Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	36
4.2.3. Taze Beton Deneyleri.....	37
4.2.4. Sertleşmiş Beton Deneyleri.....	37
5. BULGULAR	40
5.1. AGREGA DENEY SONUÇLARI.....	40
5.1.1. Tane Dağılımı	40
5.1.2. Gevşek ve Sıkışık Birim Ağırlık.....	41
5.1.3. Organik Madde Miktarı.....	49
5.1.4. İnce Madde Oranı.....	50
5.1.5. Yüzey Nemi Oranı	53
5.1.6. Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranı.....	57
5.1.7. Donma-Çözülme Direnci.....	63
5.1.8. Los Angeles Aşınma Direnci.....	66
5.1.9. Darbe Dayanımı (İmpact Value).....	68
5.1.10. Kırılma Dayanımı (Crushing Value)	70
5.1.11. Mohs Sertliği.....	72
5.2. TAZE BETON DENEY SONUÇLARI	73
5.2.1. Çökme Değerleri	73
5.2.2. Taze Beton Yoğunluk Verileri	73
5.2.3. Ve-be Verileri	74
5.3. SERTLEŞMİŞ BETON DENEY SONUÇLARI	75
5.3.1. Yoğunluk Tayini ve Su Emme Oranları.....	75
5.3.2. Yarmada Çekme Dayanımı	88
5.3.3. Ultrases Geçiş Hızı.....	95
5.3.4. Schmidt Test Çekici İle Yüzey Sertliği	108
5.3.5. Basınç Dayanımı	126
5.4. GENEL DEĞERLENDİRME	133

6. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	136
KAYNAKLAR.....	143
ÖZGEÇMİŞ.....	148

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	:Tane boyutu maksimum 32 mm olan agregalar için önerilen referans granülometri eğrileri	10
Şekil 4.1	:Düzece il haritası.....	30
Şekil 4.2	:Çalışmada kullanılan agregaların alındığı mevkilerin harita üzerindeki konumları	31
Şekil 4.3	:Çalışmada kullanılan 0–22 mm çapındaki agregalara ait granülometri eğrisi.....	36
Şekil 5.1	:Çalışmada kullanılan agregalara ait granülometri eğrileri.....	41
Şekil 5.2	:Gruplar bazında gevşek birim hacim ağırlıkların ortalamaları.....	43
Şekil 5.3	:Gruplar bazında sıkışık birim hacim ağırlıkların ortalamaları.....	47
Şekil 5.4	:Gruplar bazında ince madde oranları.....	51
Şekil 5.5	:Gruplar bazında agrega yüzey nemi oranının ortalamaları.....	55
Şekil 5.6	: Gruplar bazında doygun tane yoğunluğu ortalamaları	58
Şekil 5.7	:Agregaların gruplara göre ortalama su emme oranları	61
Şekil 5.8	:Agregaların gruplara göre ortalama donma çözünme direnci ağırlık kayıpları	64
Şekil 5.9	:Agregaların gruplara göre ortalama Los Angeles aşınma direnci sonuçları.....	67
Şekil 5.10	:Agregaların gruplara göre ortalama darbe dayanımı sonuçları.....	69
Şekil 5.11	:Agregaların gruplara göre ortalama kırılma dayanımı sonuçları	71
Şekil 5.12	:7 günlük betonda ortalama su emme oranları.....	77
Şekil 5.13	:14 günlük betonda ortalama su emme oranları.....	79
Şekil 5.14	:28 günlük betonda ortalama su emme oranları.....	81
Şekil 5.15	:7 günlük betonun ortalama yoğunlukları	83
Şekil 5.16	:14 günlük betonun ortalama yoğunlukları	85
Şekil 5.17	:28 günlük betonun ortalama yoğunlukları	87
Şekil 5.18	:7 günlük betonda ortalama yarmada çekme dayanımları.....	90
Şekil 5.19	:14 günlük betonda ortalama yarmada çekme dayanımları.....	92
Şekil 5.20	:28 günlük betonda ortalama yarmada çekme dayanımları.....	94
Şekil 5.21	:7 günlük doygun durumdaki beton için ortalama ultrases geçiş hızı değerleri	97
Şekil 5.22	:7 günlük etüv kurusu beton için ortalama ultrases geçiş hızı değerleri.....	99
Şekil 5.23	:14 günlük doygun durumdaki beton için ortalama ultrases geçiş hızı değerleri.....	101
Şekil 5.24	:14 günlük etüv kurusu durumdaki beton için ortalama ultrases geçiş hızı değerleri.....	103
Şekil 5.25	:28 günlük doygun durumdaki beton için ortalama ultrases geçiş hızı değerleri	105

Şekil 5.26	:28 günlük etüv kurusu durumdaki beton için ortalama ultrases geçiş hızı değerleri.....	107
Şekil 5.27	:7 günlük doymuş durumdaki beton için ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerleri.....	110
Şekil 5.28	:7 günlük etüv kurusu durumdaki beton için ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerleri.....	113
Şekil 5.29	:14 günlük doymuş durumdaki beton numuneleri için ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerleri.....	116
Şekil 5.30	:14 günlük etüv kurusu durumdaki beton numuneleri için ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerleri.....	119
Şekil 5.31	:28 günlük doymuş durumdaki beton numuneleri için ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerleri.....	122
Şekil 5.32	:28 günlük etüv kurusu durumdaki beton numuneleri için ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerleri.....	126
Şekil 5.33	:7 günlük beton numuneleri için ortalama basınç mukavemeti değerleri.....	128
Şekil 5.34	:14 günlük beton numuneleri için ortalama basınç mukavemeti değerleri.....	130
Şekil 5.35	:28 günlük beton numuneleri için ortalama basınç mukavemeti değerleri.....	132

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1	:Çimentonun mekanik ve fiziksel özellikleri.....	32
Çizelge 4.2	:Çimentonun kimyasal özellikleri.....	32
Çizelge 4.3	:Beton karışımında kullanılan kimyasal katkıya ait fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	32
Çizelge 4.4	: 1m ³ Beton için karışım oranları.....	36
Çizelge 5.1	:Elek analizi verileri	40
Çizelge 5.2	:Agrega incelik modülü.....	41
Çizelge 5.3	: Agrega gevşek birim ağırlık verileri.....	42
Çizelge 5.4	:Gevşek birim hacim ağırlık verilerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	42
Çizelge 5.5	:Gevşek birim hacim ağırlık verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	43
Çizelge 5.6	:Gevşek birim hacim ağırlık verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	44
Çizelge 5.7	:Agrega sıkışık birim ağırlık verileri.....	46
Çizelge 5.8	:Sıkışık birim hacim ağırlık verilerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	46
Çizelge 5.9	:Sıkışık birim hacim ağırlık verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	47
Çizelge 5.10	:Sıkışık birim hacim ağırlık verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	48
Çizelge 5.11	:Agregada organik madde sonuçları	49
Çizelge 5.12	:Agrega ince madde oranları.....	50
Çizelge 5.13	:Agregalarda ince madde oranları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	50
Çizelge 5.14	:Agregalarda ince madde oranları verilerine ait Varyans analizi sonuçları.....	51
Çizelge 5.15	:Agregalarda ince madde oranları verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	52
Çizelge 5.16	:Agrega yüzey nemi oranı verileri.....	54
Çizelge 5.17	:Agregalarda yüzey nemi oranı verilerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	54
Çizelge 5.18	:Agregalarda yüzey nemi oranı verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	55
Çizelge 5.19	:Agregalarda yüzey nemi oranı verilerine ait Duncan testi sonuçları	56
Çizelge 5.20	:Agregaların doymun tane yoğunlukları verileri.....	57
Çizelge 5.21	:Agregaların doymun tane yoğunluğu verilerine ait tanımlayıcı istatistikler	58
Çizelge 5.22	:Agregaların doymun tane yoğunluğu verilerine ait varyans analizi sonuçları	59
Çizelge 5.23	:Agregaların doymun tane yoğunluğu verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	59
Çizelge 5.24	:Agregalarda su emme oranları	60
Çizelge 5.25	: Agregalarda su emme oranları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler	61
Çizelge 5.26	:Agregalarda su emme oranları verilerine ait varyans analizi sonuçları	62
Çizelge 5.27	:Agregalarda su emme oranları verilerine ait Duncan testi sonuçları	62
Çizelge 5.28	:Agregaların donma çözünme direnci sonucu ağırlık kaybı oranları.....	63

Çizelge 5.29	:Agregaların donma çözünme direnci ağırlık kayıpları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler	64
Çizelge 5.30	:Agregaların donma çözünme direnci ağırlık kayıpları verilerine ait varyans analizi sonuçları	65
Çizelge 5.31	:Agregaların donma çözünme direnci ağırlık kayıpları verilerine ait Duncan testi sonuçları	65
Çizelge 5.32	:Los Angeles aşınma direnci sonuçları	66
Çizelge 5.33	:Agregaların Los Angeles aşınma direnci verilerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	66
Çizelge 5.34	:Agregaların Los Angeles aşınma direnci verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	67
Çizelge 5.35	:Agregaların Los Angeles aşınma direnci verilerine ait Duncan testi sonuçları	68
Çizelge 5.36	:Darbe dayanımı sonuçları	68
Çizelge 5.37	:Agregaların darbe dayanımı sonuçları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler	69
Çizelge 5.38	:Agregaların darbe dayanımı verilerine ait varyans analizi sonuçları	70
Çizelge 5.39	:Agregaların darbe dayanımı verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	70
Çizelge 5.40	:Kırılma dayanımı sonuçları	71
Çizelge 5.41	:Agregaların kırılma dayanımı sonuçları ile ilgili tanımlayıcı istatistikler	71
Çizelge 5.42	:Agregaların kırılma dayanımı verileri için varyans analizi sonuçları	72
Çizelge 5.43	:Agregaların kırılma dayanımı verileri için Duncan testi sonuçları.....	72
Çizelge 5.44	:Ocaklar bazında Mohs sertlik verileri.....	73
Çizelge 5.45	:Ocaklar bazında çökme verileri.....	73
Çizelge 5.46	:Ocaklar bazında yoğunluk verileri.....	74
Çizelge 5.47	:Ocaklar bazında Ve-Be verileri.....	74
Çizelge 5.48	:7 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin su emme oranları ve yoğunlukları.....	75
Çizelge 5.49	:14 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin su emme oranları ve yoğunlukları.....	75
Çizelge 5.50	:28 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin su emme oranları ve yoğunlukları.....	76
Çizelge 5.51	:7 günlük betonda su emme oranları verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri.....	76
Çizelge 5.52	:7 günlük betonda su emme oranları verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	77
Çizelge 5.53	:7 günlük betonda su emme oranları verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	78
Çizelge 5.54	:14 günlük betonda su emme oranları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	78
Çizelge 5.55	:14 günlük betonda su emme oranları verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	79
Çizelge 5.56	:14 günlük betonda su emme oranları i verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	80

Çizelge 5.57	:28 günlük betonda su emme oranları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	80
Çizelge 5.58	:28 günlük betonda su emme oranları verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	81
Çizelge 5.59	:28 günlük betonda su emme oranları verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	82
Çizelge 5.60	:7 günlük sertleşmiş beton yoğunlukları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	82
Çizelge 5.61	:7 günlük sertleşmiş beton yoğunlukları verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	83
Çizelge 5.62	:7 günlük sertleşmiş beton yoğunlukları verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	84
Çizelge 5.63	:14 günlük sertleşmiş beton yoğunlukları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler	84
Çizelge 5.64	:14 günlük sertleşmiş beton yoğunlukları verilerine ait varyans analizi sonuçları	85
Çizelge 5.65	:14 günlük sertleşmiş beton yoğunlukları verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	86
Çizelge 5.66	:28 günlük sertleşmiş beton yoğunlukları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler	86
Çizelge 5.67	:28 günlük sertleşmiş beton yoğunlukları verilerine ait varyans analizi sonuçları	87
Çizelge 5.68	:28 günlük sertleşmiş beton yoğunlukları verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	88
Çizelge 5.69	:Sertleşmiş beton numunelerinin 7, 14 ve 28 günlük yarmada çekme dayanımı verilerine ait deney sonuçları.	88
Çizelge 5.70	:7 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	89
Çizelge 5.71	:7 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	90
Çizelge 5.72	:7 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	91
Çizelge 5.73	:14 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	91
Çizelge 5.74	:14 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	92
Çizelge 5.75	:14 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	93
Çizelge 5.76	:28 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	93
Çizelge 5.77	:28 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	94
Çizelge 5.78	:28 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	95
Çizelge 5.79	:Ocaklar bazında üretilen sertleşmiş betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait deney sonuçları.....	95

Çizelge 5.80	:7 günlük doymun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri.....	96
Çizelge 5.81	:7 günlük doymun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	97
Çizelge 5.82	:7 günlük doymun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	98
Çizelge 5.83	:7 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri.....	98
Çizelge 5.84	:7 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	99
Çizelge 5.85	:7 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	100
Çizelge 5.86	:14 günlük doymun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri.....	100
Çizelge 5.87	:14 günlük doymun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	101
Çizelge 5.88	:14 günlük doymun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	102
Çizelge 5.89	:14 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri.....	102
Çizelge 5.90	:14 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	103
Çizelge 5.91	:14 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	104
Çizelge 5.92	:28 günlük doymun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri.....	104
Çizelge 5.93	:28 günlük doymun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	105
Çizelge 5.94	:28 günlük doymun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	106
Çizelge 5.95	:28 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri.....	106
Çizelge 5.96	:28 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	107
Çizelge 5.97	:28 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	108
Çizelge 5.98	:7 Günlük doymun kuru yüzey beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deney sonuçları.....	108
Çizelge 5.99	:7 günlük doymun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri.....	109
Çizelge 5.100	:7 günlük doymun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	110
Çizelge 5.101	:7 günlük doymun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	111
Çizelge 5.102	:7 günlük etüv kurusu beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deney sonuçları.....	111

Çizelge 5.103 :7 günlük etüv kuru durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri.....	112
Çizelge 5.104 :7 günlük etüv kuru durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait varyans analizi Sonuçları.....	113
Çizelge 5.105 :7 günlük etüv kuru durumdaki betonunun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	114
Çizelge 5.106 :14 günlük doygun kuru yüzey beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deney sonuçları.....	114
Çizelge 5.107 :14 günlük doygun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri.....	115
Çizelge 5.108 :14 günlük doygun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait varyans analizi sonucu.....	116
Çizelge 5.109 :14 günlük doygun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	117
Çizelge 5.110 :14 günlük etüv kuru beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deney sonuçları.....	117
Çizelge 5.111 :14 günlük etüv kuru durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri.....	118
Çizelge 5.112 :14 günlük etüv kuru durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	119
Çizelge 5.113 :14 günlük etüv kuru durumdaki beton için Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	120
Çizelge 5.114 :28 günlük doygun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deney sonuçları.....	120
Çizelge 5.115 :28 günlük doygun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri.....	121
Çizelge 5.116 :28 günlük doygun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	122
Çizelge 5.117 :28 günlük doygun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	123
Çizelge 5.118 :14 günlük etüv kuru beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deney sonuçları.....	123
Çizelge 5.119 :28 günlük etüv kuru durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri.....	124
Çizelge 5.120 :28 günlük etüv kuru durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	125
Çizelge 5.121 :28 günlük etüv kuru durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	126
Çizelge 5.122 :7-14 ve 28 günlük beton numunelerinin basınç dayanımı değerleri.....	126
Çizelge 5.123 :7 günlük beton için basınç değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri.....	127
Çizelge 5.124 :7 günlük beton için basınç verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	128
Çizelge 5.125 :7 günlük beton için basınç verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	129
Çizelge 5.126 :14 günlük beton için basınç verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri.....	129
Çizelge 5.127 :14 günlük betonun basınç verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	130
Çizelge 5.128 :14 günlük betonun basınç verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	131

Çizelge 5.129 :28 günlük beton için basınç verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri.....	131
Çizelge 5.130 :28 günlük betonun basınç verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	132
Çizelge 5.131 :28 günlük betonun basınç verilerine ait Duncan testi sonuçları.....	133
Çizelge 5.132 : Ocaklar Bazında Karşılaştırmalı Deney Sonuçları.....	134

SEMBOL LİSTESİ

TS	: Türk Standartları
ASTM	: American Society for Testing and Material
EN	: Europeane Norm
SO ₃	: Sülfat
BaSO ₄	:Barit
Na ₂ O	:Sodyum Oksit
K ₂ O	:Potasyum Oksit
NaOH	:Sodyum hidroksit
KOH	:Potasyum hidroksit
MPa	:Mega Pascal
Na ₂ SO ₄	:Sodyum Sülfat
CEM I 42,5R	:Tip-I portland çimentosu
W/mK	:Isıl iletkenlik katsayısı
KYB	:Kendiliğinden Yerleşen Beton
İGDBA	:İri geri dönüşüm beton agregası
NaCl	: Sodyum klorür çözeltisi
IS	:Indian Standart
BS	:British Standarts
V	:Numunenin hacmi
m _a	:Numunenin havadaki kütlesi
m _{st}	:Kefe'nin su içindeki görünür kütlesi
m _w	:Numunenin su içindeki görünür kütlesi
ρ_w	:Suyun 998 kg/m ³ olarak kabul edilen 20 °C sıcaklıktaki yoğunluğu.
D	:Numunenin birim hacim kütlesi
M	:Numunenin kütlesi
C	:Beton sınıfı
f _{ct}	:Yarmada çekme dayanımı
F	:Numune yarıldığı anda ölçülen en büyük yük
L	:Numunenin yükleme parçasına temas çizgisi uzunluğu
D _a	:Doğal agrega
K _a	:Kırma taş agrega
D1	:Aksu Deresi agrega ocağı
D2	:Asar Deresi agrega ocağı
D3	:Küçük Melen agrega ocağı
K1	:Hasanoğlan Barajı agrega ocağı
K2	:Kurt Suyu agrega ocağı
Imk	:İncelik modülü

ΣEK	:Toplam elekte kalan
ANOVA	:Varyans analizi (Analysis of Variance)
M_1	:Doygun ve havada kurutulmuş agrega kütlesi
M_2	:Doygun agrega numunesinin piknometre kütlesi
M_3	:Sadece su ile doldurulmuş piknometrenin kütlesi
M_4	:Etüvde kurutulmuş deney numunesinin kütlesi
Pw	: M_2 tayin edildiğinde kaydedilen su sıcaklığı
ρ_a	:Görünür tane yoğunluğu,
ρ_{rd}	:Etüvde kurutulmuş tanenin yoğunluğu
ρ_{ssd}	:Doygun kuru yüzey tane yoğunluğu,
WA_{24}	:Su emme

**DÜZCE YÖRESİ AGREGALARININ MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ VE BETON ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI
(Yüksek Lisans Tezi)**

İlknur ÖZGAN

**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2010**

ÖZ

Bu çalışmada, Düzce yöresindeki Asar Deresi, Küçük Melen Deresi, Aksu Deresi, Hasanoğlan Barajı ve Kurt Suyu mevkiilerindeki agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri ile beton üretiminde kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. Bu amaçla agregalarda; tane dağılımı, gevşek ve sıkışık birim ağırlık, organik madde miktarı, ince madde oranı, yüzey nemi oranı, tane yoğunluğu, su emme oranı, donma-çözülme direnci, Los Angeles aşınma direnci, darbe dayanımı, kırılma dayanımı ve Mohs sertlik deneyleri yapılmıştır. Üretilen taze betonlarda çökme, yoğunluk ve Ve-be deneyleri yapılmıştır. Bu deneysel çalışmalardan sonra her agrega ocağı için aynı karışım oranlarına sahip betonlar üretilmiş ve bu betonların mühendislik özellikleri incelenmiştir. Sertleşmiş betonda yoğunluk tayini ve su emme, yarmada çekme dayanımı, ultrases geçiş hızı, Schmidt test çekici ile yüzey sertliği ve basınç dayanımı deneyleri yapılmış ve sonuçlar her bir ocak için karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır. Sonuç olarak, doğal agregaların kırma taş agregalara oranla daha iyi mühendislik özelliklerine sahip olduğu, farklı ocaklardaki agregalarla üretilen betonlardan Aksu Deresindeki agregalarla üretilen betonların en iyi mekanik özelliklere sahip olduğu, bunun yanında Düzce yöresi agregalarının beton üretimine uygun olduğu görülmüştür.

Bilim Kodu :
Anahtar Kelimeler : **Agrega, Dayanım, Beton, Dayanıklılık, Düzce Yöresi.**
Sayfa Adedi : **148**
Tez Yöneticisi : **Doç. Dr. Serkan SUBAŞI**

**DETERMINATION OF THE ENGINEERING PROPERTIES OF DUZCE
REGION'S AGGREGATES AND INVESTIGATION OF USABILITY ON
CONCRETE PRODUCING**

(M.Sc. Thesis)

İlknur ÖZGAN

**DUZCE UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

June 2010

ABSTRACT

In this study, physical, mechanical properties and usability of the aggregates obtained from Asar Creek, Small Melen Creek, Aksu Creek, Hasanoğlan Dam and Kurtsuyu location in Düzce region were investigated. To determine of the aggregate properties; grain distribution, loose and tight unit weight, amount of organic material, rate of fine materials, rate of surface moisture, specific gravity, rate of water absorption, resistance of freezing and thawing, resistance of Los Angeles abrasion, impact value, crushing value and Mohs hardness tests were conducted. Slump test, density and Ve-be tests were realised on the produced fresh concrete. After these experimental studies, the concretes with the same mix proportion were produced by using aggregates obtained each one aggregates quarry and engineering properties of these concrete were examined. On the hardened concrete; specific gravity, water absorption, split tensile strength, ultrasonic pulse velocity, Schmidt rebound hammer and compressive strength tests were conducted and the obtained results were interpreted by comparing together with for each one aggregates quarry. As a result, it was seen that natural aggregates have good engineering properties than crushed Stone aggregates. Also, mechanical properties of concrete which were produced by using Aksu creek aggregates are so good than the other concretes were produced by using the other aggregates quarry. It was determined that all of the Düzce region's aggregates are suitable to produce concrete.

Science Code :

Key Words : Aggregate, Strength, Concrete, Durability, Düzce region.

Page Number: 148

Adviser : Assoc. Prof. Dr. Serkan SUBAŞI

1. GİRİŞ

Çağımızın en önemli yapı malzemelerinden olan beton; su, bağlayıcı madde, agrega ve gerektiğinde katkı maddesi ilavesiyle elde edilmektedir. Kompozit bir malzeme olan betonun kalitesi, onu oluşturan malzemelerin özelliklerine ve üretim şekline bağlı olarak büyük değişiklikler göstermektedir. Betonun bakımı ve korunması da dayanımını önemli derecede etkilemektedir (Postacıoğlu, 1975).

İnşaat sektörü ve yapı teknolojileri arasında taşıyıcı eleman olarak en çok kullanılan malzeme betondur. Beton; bileşenleri olan çimento, agrega, su ve gerektiğinde katkı maddelerinin belirli oranlarda karışımlarından meydana gelmektedir. Kullanış amacına göre çok çeşitli tiplerde beton elde etmek mümkündür. Betonun oluşturan ham maddeler doğada bol miktarda bulunmaktadır. Ucuz sağlanması ve kolay şekil verilmesinin yanı sıra dış etkenlere karşı dayanıklı olması bakımından beton yaygın kullanılan yapı malzemesi olmuştur (Baradan, 1997).

Betonun avantajları genel olarak; ucuz olması, bilgisayar kontrollü santrallerle birlikte transmikserlerle taşınma imkânına ulaşılması, üretim, taşıma ve yerleştirme aşamalarında büyük gelişmelerin sağlanmış olması, şekil verilebilme kolaylığı, çelik donatı ile çekme dayanımının sağlanması, yüksek basınç dayanımlarına ulaşılması, fiziksel ve kimyasal dış etkilere karşı dayanıklılığının sağlanabilmesi ve estetik özellikler kazandırılabilmesi gibi özellikleri sayılabilir. Bununla birlikte gerilme dayanımının düşük olması, birim ağırlığının yüksek olması, kimyasal reaksiyon hasarlarının oluşma ihtimali, ses, ısı ve rutubeti geçirme özelliklerinin olması gibi bazı dezavantajları da sayılabilir.

Temel bir yapı malzemesi olan beton, ilerleyen teknolojinin getirdiği avantajlarla birlikte günümüzde çok önemli bir yer tutmaktadır. Agrega; çimento ve su ile birlikte betonu

oluşturan temel malzemelerden birisidir. Agreganın beton yapımında ekonomik ve teknik yönlerden çok önemli bir konumu bulunmaktadır. Betonda agrega kullanılması, sertleşme ve beton hacim değişikliğini önlemekte veya azaltmakta, ayrıca çevre etkilerine karşı betonun dayanıklılığını artırmaktadır (Söylemez, 2008).

Hangi amaç için üretilirse üretilsin, betonda bulunması gereken üç ana nitelik vardır. Bunlar; taze halde iken işlenebilme, sertleşmiş halde iken mekanik dayanım ve çevre koşullarına dayanıklılık yani durabilitedir.

I. İşlenebilirlik; taze beton kolay karıştırılmalı, karıştırma, taşıma veya yerleştirme sırasında ayrışmamalı ve homojenliğini yitirmemelidir.

II. Mekanik dayanım; mukavemeti iyi olmalıdır, beton taşıyıcı bir malzeme olduğu için projede öngörülen mukavemeti güvenle taşıyabilmelidir.

III. Durabilite; dış etkilere karşı dayanıklı olmalıdır. Beton dış etkilere oluşan (hava, su, kimyasal çevre gibi), fiziksel etkilere oluşan (donma-çözülme, ıslanma-kuruma gibi) ve iç yapısından kaynaklanan agrega ile çimento arasında oluşan kimyasal reaksiyonlar sonucunda meydana gelen bozulmalara karşı direnç göstermelidir (Akman, 1977).

Betonun yapısında % 70 oranında mineral yapıları küçük tanelerden teşekkül eden agrega malzemesi bulunmaktadır. Betonun iskeletini oluşturan agreganın özellikleri, betonun işlenebilirliği, dayanım ve geçirgenlik değeri gibi özellikleri üzerinde etkili olmaktadır (Beyazıt,1998).

Agregalar farklı özellikleri açısından sınıflandırılabilirler. Ebatlarına göre iri agrega (4,75-200 mm) ve ince agrega (< 4,75 mm). Birim ağırlıklarına göre ise normal agregalar, (2000 - 3200 kg/m³), hafif agregalar, (< 2000 kg/m³) ve ağır agregalar (> 3200 kg/m³) olarak sınıflandırılmaktadır.

Agrega özelliklerinin sertleşmiş beton davranışına olan etkileri oldukça önemlidir. Diğer özelliklerini etkilemeyecek şekilde betonda maksimum miktarda agrega kullanımı ekonomiklik sağlamaktadır. Ancak, ekonomiklik beton üretiminde agrega kullanımının tek sebebi değildir. Agreganın betonda, rötreyi azaltır, işlenebilirliği artırır, ısı gerilmelerini

azaltır, aşınma direnci sağlar ve yangına dayanıklılığı da arttırmaktadır. Betonda, en yüksek dayanım ve dayanıklılık için agregalar mümkün olduğunca yoğun olmalı ve tümü çimento hamuru ile kaplanmalıdır. Bu, farklı ebatlarda ve doğru oranlarda agrega kullanımı ile mümkündür. Sabit su/çimento oranında ve aynı miktarda çimento kullanıldığında yüzeyi pürüzlü ve şekilsiz agregalarla beton üretildiğinde taze betonun işlenebilirliğinin azalmasına karşın sertleşmiş betonun mekanik özelliklerinin artmasını sağlamaktadırlar.

Beton özelliklerine tesir eden en önemli faktörlerden birisi kullanılan agregaların niteliğidir. Agreganın fiziksel karakteristikleri, kompozisyonu ve granülometrisi betonun üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bu nedenlerden ötürü inşaat yapımından önce kullanılacak agrega malzemesinin fiziksel ve mekanik özellikleri iyi bilinmeli ve temin edilecekleri ocaklar incelenmelidir (Çomak, 2007).

Bu çalışmanın amacı Düzce yöresindeki Asar Deresi, Küçük Melen, Aksu Deresi, Hasanoğlan Barajı ve Kurt Suyu mevkilerindeki agrega ocaklarından elde edilen agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri ile bu agregaların beton üretiminde kullanılabilirliklerini araştırmaktır.

2. KURAMSAL TEMELLER

Beton; çimento, agrega, su ve gerektiğinde bir katkı maddesinden oluşan, oranları belirli esaslara göre ayarlanmış bir karışımı, istenen şekil ve boyutta kalıplar içine boşluksuz olarak yerleştirmek ve uygun bakım koşulları altında sertleştirme yolu ile elde edilen kompozit bir malzemedir (Kocataşkın, 1991).

Çimentonun su ile birleşmesinden oluşan çimento hamuru, agrega tanelerinin yüzeyini kaplayarak ve taneler arasındaki boşlukları doldurarak bağlayıcılık görevini yapar. Agregaya ise betonun iskeletini oluşturan kum, çakıl, kırma taş gibi taneli mineral malzemedir (Erdoğan, 1995).

Heterojen bir içyapıya sahip olan betonun özellikleri, betonda kullanılan malzemeler tarafından belirlenir. Beton hacminin yaklaşık % 75'ini oluşturan agregaların kalitesi betonun performansını ve durabilitesini büyük ölçüde etkilemektedir. İyi bir beton elde edilebilmesi için uygun agrega kullanılması gerektiği bilinen bir gerçektir. Betonun kısa veya uzun süreli performansında aderansın etkisi büyüktür. Agreganın granülometrisinin iyi olması halinde daha ekonomik beton üretimleri yapılabileceği bilinmektedir (Erdoğan, 1995).

Agreganın kimyasal ve mineralojik bileşimi, petrografik yapısı, özgül ağırlığı, sertliği, dayanımı, fiziksel ve kimyasal kararlılığı, boşluk yapısı ve rengi gibi özellikleri elde edildiği kayacın özelliklerine bağlıdır. Tüm bu özelliklerin beton kalitesi üzerindeki etkisi büyüktür (Şengül ve diğ., 2003).

Kırma taş agreganın yüzeylerinin pürüzlü olması nedeniyle çimento hamuru ile agrega arasında kuvvetli bir bağ oluşur. Pürüzlü yüzeyin büyük olması, kırma taş agregası ile

çimento hamurunun temas yüzeyinin de o kadar geniş olmasını sağlar. Bu sebepten dolayı kırma taş agrega ile üretilen betonlarda dayanımın arttığı görülmektedir. Ayrıca agrega tanelerinin olabildiğince küp veya küre biçimine yakın olması, beton için elverişli bir durum oluşturmaktadır (Postacıoğlu, 1987). Bu şekilde agregalar beton içinde daha iyi bir biçimde yerleşir ve daha az boşluklu bir yapı meydana gelir.

Agregalar farklı özelliklerine göre sınıflandırılabilirler. Agregalar için genel olarak yapılan sınıflandırmalar şöyledir;

- 1) Kaynağına Göre: Doğal ve Yapay,
- 2) Özgül Ağırlık veya Birim Ağırlıklarına Göre: Normal Ağırlıklı, Hafif, Ağır
- 3) Tane Büyüklüklerine Göre: İri, ince
- 4) Tane Sekline Göre: Yuvarlak, Köseli, Yassı, Uzun
- 5) Yüzey Dokusuna Göre: Düzgün, Granüler, Pütürlü, Kristalli, Petekli
- 6) Elde Ediliş Şekillerine Göre: Doğal, Yan Ürün, Isıl İşleme Tabii Tutulmuş
- 7) Jeolojik Orijinlerine Göre: Volkanik, Tortul, Metamorfik
- 8) Mineralojik Yapılarına Göre: Silis Mineralli, Karbonat Mineralli, Mikalı, vb.
- 9) Reaktif Özelliklerine Göre: Agregaların yapısında, çimento içerisindeki alkalilerle reaksiyona girerek betonda genleşme yaratabilecek reaktif silis ve reaktif karbonat içerip içermediklerine göre; reaktif ve reaktif olmayan şeklinde sınıflandırılabilirler.

Bu değişik tarzdaki sınıflandırmalar arasında en çok kullanılan ilk dört sırada yer alan sınıflandırılma şekilleridir (Erdoğan, 2003).

2. 1. AGREGA ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Yapılarda kullanılan taneli malzemeler agrega olarak adlandırılmaktadır (TS 706 EN 12620, 2003). Beton üretiminde ise kum, çakıl, kırma taş gibi malzemelerin genel adı agregadır. Beton agregası, beton veya harç yapımında çimento ve su karışımından oluşan bağlayıcı malzeme ile birlikte bir araya getirilen, organik olmayan, doğal veya yapay malzemenin genellikle 100 mm' yi aşmayan, hatta yapı betonlarında çoğu zaman 63 mm' yi

geçmeyen büyüklüklerdeki kırılmamış veya kırılmış tanelerin oluşturduğu bir yığındır (Anonim1, 2007). Bu şekilde agregalar beton içinde daha iyi bir biçimde yerleşir ve daha az boşluklu bir yapı meydana gelir.

Kırma taş agrega yüzeylerinin pürüzlü olması nedeniyle çimento hamuru ile agrega arasında kuvvetli bir bağ oluşur. Pürüzlü yüzeyin büyük olması, kırma taş agrega ile çimento hamurunun temas yüzeyinin de o kadar geniş olmasını sağlar. Bu sebepten dolayı kırma taş agrega ile üretilen betonlarda dayanımın arttığı görülmektedir. Ayrıca agrega tanelerinin olabildiğince küp veya küre biçimine yakın olması, beton için elverişli bir durum oluşturmaktadır (Postacıoğlu, 1987).

2.2. AGREGALARIN SINIFLANDIRILMASI

Agregalar çok çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadırlar. Bu sınıflamalardan en yaygın olarak kullanılanları elde edilmiş şekillerine göre, birim ağırlıklarına göre ve tane boyutuna göre olmaktadır.

2.2.1. Elde Edilmiş Şekillerine Göre Agregalar

Agregalar doğadan ya da sanayi atıklarından çeşitli şekillerde elde edilebilmektedir. Elde edilimleri sırasında doğrudan üretilebilirlerken çeşitli kimyasal ve fiziksel işlemlerden de geçmeleri söz konusu olmaktadır (Anonim1, 2007).

2.2.1.1. Doğal Agregalar

Doğal agregalar mekanik işlem dışında herhangi bir işleme tâbi tutulmamış olan mineral kaynaklardan elde edilen agregalardır (TS 706 EN 12620, 2003). Bu tanıma göre akarsu, göl ve deniz yataklarından elde edilen agregalar ile delme patlatma gibi madencilik işlemlerini müteakip kırma-eleme işlemleri sonucunda elde edilen kırma taş da bu gruba girmektedir. Akarsu yataklarından elde edilen agregalar üretimlerinin ucuzluğu, aşınma sırasında içlerindeki zayıf ve yumuşak tanelerin elimine olması ve sürüklenme sonrasında geriye sert, sağlam ve dayanıklı tanelerinin kalması nedeniyle en çok rastlanan ve istenen malzemeler olmaktadır (Anonim1, 2007).

Deniz ve göl yataklarından elde edilen agregalar içlerinde tuz ve su canlılarının kabuklarını ihtiva edebilmektedir. Tuzların agrega veya harç içerisinde aşırı miktarda bulunması çatlama ve parçalanmaya neden olmaktadır. Deniz ve göl kenarlarındaki midye, istiridye kabukları gibi malzemelerin olması agreganın yerleşmesini güçleştirmekte ve bazen de düşük dayanımlı taneler oluşturmaktadırlar. Deniz ve göllerden elde edilen agregalar istenmeyen maddelerden arındırıldıktan sonra beton üretiminde kullanılabilirler. Dik ve yüksek yamaçlardan kayan ve kopan kaya parçalarının yamaç diplerinde birikmesiyle meydana gelen teras agregaları da doğal agregalar grubundandır. Bu tip agregada, derecelenme çok iyi olmaz, agrega şeklen köşeli tane yapısı gösterir. Kırma ve eleme işlemlerinden sonra beton agregası olarak kullanılabilir. Rüzgâr sürüklemesi sonucunda meydana gelmiş birikinti malzemesi çok ince kum tanelerinden oluşur. Betonda tek başına veya tane çapı dağılımında ince malzeme eksikliği gösteren agregaya karıştırılarak kullanılır (Anonim1, 2007). Son yıllarda inşaat ve hazır beton sektöründeki gelişmelere paralel olarak kırma taşa olan talep oldukça artmış, doğal agregalar grubunda kırma taş en çok kullanılan agrega türü olmuştur.

2.2.1.2. Yapay Agregalar

Isıl veya diğer uygulamaları ihtiva eden bir endüstriyel işlem sonucunda elde edilen mineral kökenli agregalara denir (TS 706 EN 12620, 2003). Yapay agregaların bir diğer adı da sanayi ürünü agregalarıdır. İkinci bir işlem sonucu beton yapımında kullanılır hale getirilebilir. Bunlar yüksek fırın cürufu, uçucu kül veya yüksek fırın cüruf kumu sanayi ürünü olan kırılmış veya kırılmamış yoğun yapılı agregalardır. Yapısal, fiziksel ve şekilsel değişiklikler gösterir. Özel amaçlar için ihtiyaç duyulduklarından, kullanılma yerleri sınırlıdır. Genel olarak yapay agregalar gözenekli bir yapıya sahip olduklarından ses ve ısı yalıtımı ile hacimleri bölme amacıyla üretilen betonlarda kullanılır. Bu agregalar arasında kırılmış kiremit veya tuğla, rende talaşı, hızar talaşı vb. sayılabilir (Anonim1, 2007).

2.2.2. Birim Ağırlıklarına Göre Agregalar

Agregaların kullanılacağı yere göre aranan en önemli özelliklerinden birisi de yoğunluğudur. Yoğunluklarına göre agregalar iki gruba ayrılmaktadır (Anonim1, 2007).

2.2.2.1. Hafif Agregalar

Betonun birim ağırlığını azaltmak, betona ses ve ısı yalıtım özelliği kazandırmak için veya atık maddeleri değerlendirmek amacıyla kullanılan agregalardır. Genellikle gözenekli bir yapıya sahiptirler, su emmeleri ve boşluk oranları yüksektir. Basınç, çarpma ve aşınma dayanımı oldukça düşüktür. Birim ağırlıkları 2000 kg/m^3 'den küçük olan agregalardır. Doğadan doğrudan elde edilebildiği gibi dolaylı olarak da elde edilmeleri mümkündür. Bu agregalar sünger taşı (ponza, bims), volkan tüfleri, diatomit, yüksek fırın cürufu, hızar talaşı, rende talaşı ve genişletilmiş kil, perlit, şist vb. isimler altında sıralanmaktadır (Anonim1, 2007).

2.2.2.2. Ağır Agregalar

Bunlar ağır beton elde etmek için kullanılır. Birim ağırlıkları 3200 kg/m^3 'den büyüktür. Genel olarak nükleer santral ve (Stratejik, Askeri) özellik taşıyan inşaatların betonlarında kullanılır. Doğal ağır agregalar, manyetit, hematit, limonit vb. olabilir. Yapay ağır agregalara ise çelik ve demir hurdası örnek gösterilebilir (Anonim1, 2007).

2.2.3. Tane Boyutlarına Göre Agregalar

Boyutlarına göre, ince agrega (kum), iri agrega (çakıl) ve tüvanan (karışık) agrega olmak üzere üç sınıfa ayırmak mümkündür (TS 707, 1980).

2.2.3.1. İnce Agregası (Kum)

İnce agrega doğal kum, kırma kum (ince mıcır) veya bunların karışımından elde edilen ve 4mm göz açıklıklı kare gözlü elekten geçen agregadır (TS 707, 1980).

2.2.3.2. İri Agregası (Çakıl)

Doğal çakıl, kırma taş (iri mıcır) veya bunların karışımından elde edilen ve 4mm göz açıklıklı kare delikli elek üzerinde kalan agregadır (TS 707, 1980).

2.2.3.3. Tüvanan (Karışık) Agregası

Doğal agrega ocağından doğrudan doğruya elde edilen elenmemiş ince ve iri agregalar bu gruba girmektedir (TS 707, 1980).

2.3. AGREGALARDA ARANAN ÖZELLİKLER

Betonda kullanılacak agregalar TS 706 EN 12620 (2003)'ye uygun olmalıdır. Agregaların sert, dayanıklı ve boşluksuz olmaları, zayıf taneler içermemeleri (deniz kabuğu, odun, kömür... gibi), basınca ve aşınmaya mukavemetli olmaları, toz-toprak ve betona zarar verebilecek maddeler içermemeleri, yassı ve uzun taneler içermemeleri ve çimentoyla zararlı reaksiyon verecek malzemeler içermemeleri istenmektedir. Agregalarda aranan özellikleri fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikler olmak üzere üç gruba ayırmak mümkündür.

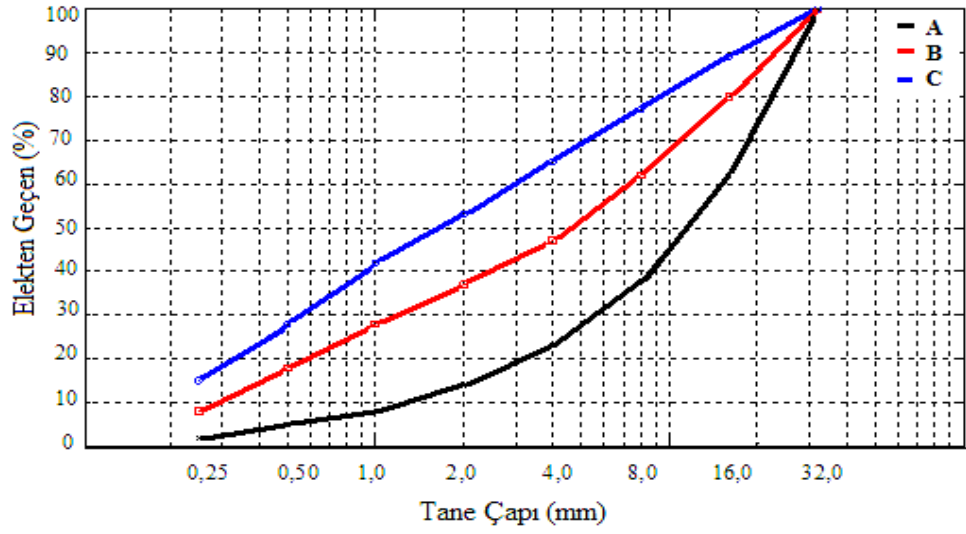
2.3.1. Fiziksel Özellikler

2.3.1.1. Tane Şekli

Agregaların mümkün olduğunca küresel ya da kübik olması istenmektedir. Tanenin en büyük boyutunun en küçük boyutuna oranı 3'ten büyük olan tanelere şekilce kusurlu taneler denmektedir. 8 mm üzerindeki agregalarda kusurlu tanelerin oranı ağırlıkça % 50'den çok olmamalıdır (TS 706 EN 12620, 2003). TS 9582 EN 933- 3'e göre belirlenen yassılık endeksinin ağırlıkça % 15'i geçmemesi istenir. Böylece agregalar arasındaki boşluklar en aza iner. Disk ve silindirik biçimli agregalar boşluk oluşturacağından sakıncalıdır, bunlar ağırlıkça % 15'i aşmamalıdır (TS 9582 EN 933- 3, 1999).

2.3.1.2. Granülometri

Granülometri agregada tane dağılımını gösterir. Granülometrik bileşim, agrega numunesinde boyutları belirli sınırlar arasında bulunan tanelerin ne miktarda agrega içinde bulunduğunu ortaya koymaktadır. Granülometrik bileşimin belirlenmesi için agrega elek analizine tabi tutulmaktadır (TS 3530 EN 933-1, 1999). Analiz sonucu elde edilen referans granülometri eğrisinin TS 706 1980'de verilen sınırlara uygun olması istenmektedir (Şekil 2.1). Beton sektöründe son yıllarda maksimum tane boyutu 32 mm olan agregaların kullanımı tercih edilmektedir. Beton üretiminde kullanılacak karışım agregasının granülometrisi "ideal bölgeler" denilen bölgeler içinde kalmalıdır. Şekil 2.1'de 31,5 mm için ideal bölgeler gösterilmiştir. A-B eğrileri arasındaki bölge üretiminde kullanılacak karışım agregası için en iyi, B-C arası ise kullanılabilir bölgeler olmaktadır. Öte yandan granülometrisi A ve C eğrileri dışında kalan agrega, beton üretiminde kullanılmamalıdır.



Şekil 2. 1. Tane boyutu maksimum 32 mm olan agregalar için önerilen referans granülometri eğrileri (TS 706 EN 12620, 2003)

Agrega granülometrisi taze haldeki betonda islenebilme, sertleşmiş betonda mekanik dayanım, kompasite, geçirimsizlik, durabilite, rötne gibi özellikler üzerinde etkilidir. Beton üretiminde kullanılacak karışım agregasının granülometrisi ‘ideal granülometri’ eğrisiyle uyumlu veya ideal bölgelerde kalmalı. Maksimum agrega boyutuna bağlı olarak kabul edilen referans granülometri eğrileri ilgili standartta belirtilmiştir (TS 706 EN 12620, 2003).

Agrega bileşenlerinin uygun bir granülometriye sahip olmaları çok önemli bir ayrıntıdır. İyi bir granülometri istenmesinin en önemli sebeplerinden birisi kompasitenin yüksek olmasıdır. Kompasitesi yükselen betonun dayanımı da yükselecektir. Agreganın maksimum tane boyutu da beton özelliklerini etkiler. Betonun kullanılacağı yerdeki yapı elemanının boyutları ve donatı sıklığı, maksimum tane çapının seçiminde etkilidir. Beton yapımında kullanılması mümkün olan en yüksek maksimum tane boyutu kullanılması ile beton karışımına giren su ihtiyacı azalır, betonda daha az büzülme oluşur, çimento ihtiyacı azalır; ekonomiklik sağlar, hidrasyon ısısı düşer, sabit islenebilirlikte su/çimento oranı düşer ve daha yüksek dayanım elde edilir. Beton üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda maksimum tane büyüklüğü için en uygun boyutun 25 mm ve maksimum tane büyüklüğünün 40 mm’ den daha büyük olmaması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bunun sebebi

olarak ise, maksimum tane boyutu çok büyük olan agregalardaki tanelerin yüzey alanlarının toplamı oldukça azdır. Bu nedenle çimento hamuru ve agrega yüzeyi arasındaki aderans azalmaktadır. Çimento hamurunun hacim değişiklikleri nedeniyle, çimento hamuru ile agrega tanelerinin yüzeyinde daha büyük gerilmeler oluşmaktadır. Ayrıca maksimum tane boyutu çok büyük olan agregalar, betonun homojenliğini azaltmaktadır (Neville, 1981, Mindess ve Young, 1981).

2.3.1.3. Agreganın Porozitesi

Esası doğal taş olan agrega tanelerinde bir miktar boşluk bulunması doğaldır. Birçok bakımdan böyle bir boşluğun bulunması faydalıdır. Agregada tanelerindeki boşluk doğal taşlarda olduğu gibi su emme deneyi yapılarak saptanır. İri agrega tanelerinin porozitesinin küçük olması bu tanelerin mukavemetinin yüksek bir değer alması sağlanır. Mukavemeti yüksek olan taneler kullanılarak üretilen betonların mekanik mukavemeti de artırılabilir. Agreganın emdiği su miktarı tanelerin kökenine, yapışmasına ve granülometri bileşimine bağlıdır. Doğal kumların su emmesi bazı hallerde % 3 kadar büyük değerler alıyorsa da genel olarak bu karakteristik % 2'nin üstüne çıkmamaktadır. İri agregalar da su emme miktarının, tanelerin daha büyük boyutta olması sebebiyle, çok daha büyük olması beklenir (Şimsek, 2004).

2.3.1.4. Agregada - Su Bağlılığı

Agreganın emdiği su miktarı tanelerin kökenine, yapısına ve granülometri bileşimine bağlıdır. Agregada taneleri arasındaki boşluklarda su dört şekilde bulunur (Postacıoğlu, 1987).

- a) Tamamen Kuru Taneler (Fırın Kuru): Agregada tanelerinde herhangi bir şekilde su bulunmamaktadır.
- b) Kuru Yüzeyli Taneler (Hava Kuru): Tanelerin içindeki boşluğun bir kısmı su ile doludur, fakat tanelerin yüzeyi tamamen kurudur.
- c) Yüzey Kuru - Suya Doygun Taneler: Tanelerin boşluklarının su ile dolması ve yüzeyinin tamamen kuru olması halidir.
- d) Islak Taneler: Agregadaki boşluklar su ile dolu olduğu gibi yüzeyde de serbest su vardır.

2.3.1.5. Birim Ağırlık

Birim ağırlık, yığın halindeki bir agreganın taneler arasındaki boşluklar da dâhil birim hacminin ağırlığıdır. Agregayı kuru halde iken gevşek olarak bir kaba boşaltarak bulunan birim ağırlığa “gevşek birim ağırlık” ve yine kuru iken belli sayıda çubuk darbesi ile sıkıştırılarak bulunan birim ağırlığa ise “sıkışık birim ağırlık” denir (ASTM C 29, 1994). Birim ağırlıktan agreganın içindeki boşluk miktarı hesaplanabildiği gibi, özel amaçlar için agreganın uygun olup olmadığı da değerlendirilebilir. Ayrıca agreganın granülometri bileşimi ve kusurlu malzemenin varlığı hakkında fikir vermektedir. Beton agregalarının birim ağırlığı 1300–1850 kg/m³ arasında değişir (TS EN 1097- 6, 2002). Belirli bir ölçü kabı içerisindeki sıkışmamış kuru agreganın kütesinin ölçü kabının hacmine bölünmesi ile elde edilen değer, gevşek yığın yoğunluğu olarak tanımlanmaktadır (TS EN 1097–3, 1999).

Bir agreganın numunesinin etüvde kurutulmuş haldeki kütesinin, taneler içindeki kapalı boşluklar ve suyun girebildiği boşluklar da dâhil, suda işgal ettiği hacme oranı etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğudur. Taneler içindeki kapalı boşluklar dâhil, ancak suyun girebildiği boşluklar hariç olmak üzere, suda işgal ettiği hacme oranı, görünür tane yoğunluğudur. Suyun girebildiği boşluklarda bulunan su ile agreganın numunesinin toplam kütesinin, taneler içindeki kapalı boşluklar ve suyun girebildiği boşluklar da dâhil (eğer varsa), suda işgal ettiği hacme oranı doymuş ve yüzeyi kurutulmuş esasta tane yoğunluğu; kuru tanelerin birim hacminin kütesi kuru tane yoğunluğu olarak tanımlanmaktadır (TS EN 1097–6, 2002). Birim ağırlığa etki eden faktörler;

- Agreganın granülometrisine bağlı olarak boşluk miktarı değişmektedir. Boşluk miktarının az olması birim ağırlığı artırır.
- Kusurlu malzemenin fazla miktarda olması boşluğu arttırdığından birim ağırlığı düşürecektir.
- Agreganın V hacmine sahip bir kalıba yerleştirilirken sarsıntıya maruz bırakılırsa ve çubukla sislenirse kabı az boşluk bırakarak doldurur. Bu da birim ağırlığın büyük bir değer almasıdır.

- Agreganın özgül ağırlığının fazla olması agrega ağırlığının büyük olduğunu gösterir ve dolayısıyla birim ağırlık artar.
- Birim ağırlığı yüksek bir betonun dayanımı, dayanıklılığı ve taşıma gücü fazladır (Özkul ve diğ., 1999).

2.3.1.6. *Özgül Ağırlık*

Belli hacim ve sıcaklıktaki bir malzemenin, havadaki ağırlığının aynı hacim ve sıcaklıktaki damıtık suyun havadaki ağırlığına oranıdır. Bu değer hesaplanırken taneler arasındaki boşluk dikkate alınmaz. Bir agreganın özgül ağırlığı, elde edildiği kayacın kökenine bağlıdır. Doğal agregaların çoğunluğunun özgül ağırlığı 2,6–2,7 kg/dm³ arasındadır (Neville, 1981). Betonda kullanılacak agreganın özgül ağırlığının 2,2–2,7 kg/dm³ arasında olması istenir (TS EN 1097- 6, 2002).

2.3.1.7. *Kompasite*

Agreganın kompasitesi ile birim hacimdeki agregada, tanelerin işgal ettiği hacmin toplamı anlaşılmaktadır. Agreganın özgül ve birim ağırlıkları bilinmek suretiyle, birim ağırlığın özgül ağırlığa bölümü ile agreganın kompasitesi hesaplanabilir. Agreganın birim ağırlığı her zaman için özgül ağırlıktan küçüktür. Dolayısıyla kompasite birden küçüktür (Postacıoğlu, 1987). Agreganın sıkıştırma işlemine tabi tutulmadan yerleştirilmesi sonucunda kompasite 0,40–0,70 arasında değer alır. Agreganın kompasitesinin düşük olması, üretilen betonun kompasitesinin ve mukavemetinin düşük olmasına, dış etkilere karşı dayanıklılığın azalmasına, kusurlu malzeme miktarının artmasına neden olmaktadır (Apaydın, 2007).

2.3.2. **Kimyasal Özellikler**

Agrega içinde bulunabilen zararlı maddelerin bir kısmı bağlayıcı maddenin ayrışmasına veya genişlemesine neden olarak betonun parçalanmasına yol açabilmektedir. Bir kısmı da agrega ile çimento hamuru arasında kuvvetli bir bağın oluşmasına engel olarak betonun dayanımının düşmesine sebep olmaktadır. Şeker vb. maddeler betonun prizini geciktirici etki yaparken, nitrat gibi tuzlar donatının korozyonuna yol açan olumsuz etkiler meydana getirebilir. Aşağıda agregaların kimyasal özellikleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

2.3.2.1. Agregalarda Organik Maddeler

Organik maddeler zayıf asit karakterindedirler. Agregada içerisindeki bitki artıkları ve humus gibi bazı organik maddeler çimentonun hidratasyon reaksiyonuna etki eden organik asitleri içerirler. Bunun yanında agregada içerisinde sülfat, klorit, karbonat ve fosfat tuzları gibi maddelerde değişik formlarda bulunabilirler. Organik maddelerin zararlı etkisi; organik maddelerin hidrofobi (suyu iten) olması ve çimentoda hidrate kristallerin oluşmasına engel olması ile meydana gelir. Bu etkiler; beton dayanımının çok fazla düşmesine neden olur, sertleşmesine zarar verir ve mukavemetinde azalmalar olur. Agregalarda organik maddelerin fazla miktarda olması betonun prizini geciktirir, çiçeklenmeye ve korozyona neden olabilir; Bu deneyde NaOH çözeltisi agregada numunesi üzerine dökülür, eriyiğin rengi renksiz ve uçuk sarı veya safran sarısına yakın bir sarı olması halinde standartta numunenin beton agregası olarak kullanılabilmesi ön görülmüştür (TS 3673, 1982).

2.3.2.2. Agregalarda Kil ve Silt Bulunması

Yıkabilir maddeler agregada içinde ince halde dağılmış, topraklar halinde veya agregada tanelerine yapışık olarak bulunabilirler. Bu maddeler genellikle kil, silt ve çok ince taş unudur (TS 3527, 1980). Kolloidal yapıya sahip kil, silt ve taş unu tanelerinin fazla miktarda bulunması betona şu yönlerden zararlıdır. İri agregada ve çimento hamuru arasındaki bağı zayıflatırlar. Agreganın özgül yüzey miktarını artırır. Bunun sonucunda beton için gerekli karma suyu miktarı artar (su/çimento oranı büyür). Dolayısıyla dayanıklılık ve dayanım yönünden zayıf bir beton elde edilir. Kil ve silt' in önemli özelliklerinden biride su tutma (emme) kabiliyetlerinin olmasıdır. Su emme sonucunda hacim genişlemesine neden olur ve büzülmenin meydana getireceği gerilmeler oluşur. Çimento ile reaksiyona girerek aderansı önler, hidratasyonu ve prizi geciktirir. Bunun yanında kil, mil ve silt oranının az miktarları betonun işlenebilirliğini ve su geçirmezliğini arttırırlar. Olumsuz etkileri nedeniyle mümkün olduğu kadar az bulunmaları tercih edilir. Beton agregası içerisinde ince madde oranı maksimum % 4 olmalıdır (TS 3527, 1980). Bu oranın üzerinde bulunan ince agregada agreganın yıkanarak kullanılması zorunluluğu vardır.

2.3.2.3. Agregada Bulunabilecek Zararlı Maddeler

Agregalarda bulunması istenmeyen zararlı maddeler 3 grupta toplanabilir. Çimentonun hidratasyonunu etkileyen kirli maddeler, çürümüş bitkiler ve humuslu topraklar gibi agrega yığını içerisinde çok küçük parçacıklar halinde bulunan organik maddelerdir. Çoğu zaman ince agrega içinde bulunurlar. İri agregaların yıkanma işlemi sırasında çoğunlukla temizlenmiş olurlar. Çimentonun prizini yavaşlatan bu maddeler, betonun özellikle ilk günlerdeki dayanımı basta olmak üzere, dayanım ve dayanıklılığını olumsuz yönde etkilemektedir. Agregada ve çimento hamuru arasındaki aderansı etkileyen maddeler; kil, silt gibi agrega yığınının içine karışmış veya tanelerin yüzeylerine yapışmış olan ince maddelerdir. Beton içindeki ince madde miktarı arttıkça, aynı işlenebilirliğin elde edilmesi için su ihtiyacı da artacaktır. Ayrıca agrega tanelerinin üzerini kaplamış olduklarından, tanelerle çimento hamuru arasındaki aderansı azaltıp betonun dayanım ve dayanıklılığını olumsuz yönde etkilemektedirler (Apaydın, 2007).

Agrega tanelerinin bir parçasıymış gibi tanelere yapışık durumda olan yumuşak ve mukavemeti düşük maddeler; kömür, odun gibi özgül ağırlıkları oldukça düşük hafif maddelerdir. Agregalarda bulunan diğer zararlı maddeler gibi hafif maddelerin de, aşırı miktarda olması betonun dayanım ve dayanıklılığını olumsuz yönde etkilemektedir. Su miktarının azalıp artması ile hacimlerinde büyük değişiklikler olur. Donma olayına maruz kaldıklarında kolaylıkla parçalanırlar. Ayrıca betonda yerel renk değişimleri oluştururlar (Neville, 1981, Hansen, 1967, Bloem ve Gaynor, 1963).

2.3.2.4. Agregalarda Sağlam Olmayan Maddelerin Bulunması

Kömür, fosil, linyit taneleri ve hayvan kabukları normal agregaya oranla hafif olurlar. Mekanik dayanım yönünden yetersizdirler ve beton içinde bulunmaları istenmez. Kömür varlığı kükürdün varlığına gösterge sayılabilir. Kükürt ise beton için zararlı sülfat etkisine yol açar. Agregada aşırı miktarda bulunursa betonun sağlamlığını etkiler. Betonun yüzeyinde veya yüzeye yakın kısımlarda bulunursa betonun yüzeyinde küçük patlamalara ve lekelerin oluşmasına neden olurlar. Mukavemetleri çok düşüktür, su miktarının azalıp çoğalması ile hacimlerinde büyük değişiklikler olur. Donma çözülme olaylarında kolay parçalanırlar ve çimento için zararlı maddeleri içerirler. Beton agregası üzerinde bulunan

hafif madde oranı, gözlemlenirken içindeki hafif maddeler genellikle farklı renkleri nedeni ile gözle seçilip ayrılabilir. Gözle seçme olanağı bulunmayan hallerde özgül ağırlığı 2 gr/cm³ olan ağır deney sıvısı ile hafif maddeleri yüzdürerek, ayırmayı öngörülen bu deney uygulanır. Agregalardaki hafif madde oranı maksimum % 0,5 olmalıdır (TS 3528, 1980).

2.3.2.5. Sülfatların Varlığı

Sülfatların agregalar içinde bulunması bu maddenin çimento ile sülfoalüminat denilen genişleyen bir tuzun oluşmasına neden olması bakımından zararlıdır. Zamanla büyüyen kristaller şeklinde gelişen bu olay sonucu beton parçalanabilir. Bu bakımdan sülfat (SO₃) miktarının ağırlıkça % 1'den fazla olmamasına dikkat edilmelidir. 1 dm³ betonda 1,4 gramdan az olacak şekilde sülfat bulunmasına izin verilebilir. Barit, (BaSO₄) rutubetli ortamda yapısını değiştirmedikinden beton agregası olarak kullanılabilir (TS EN 1744-1, 2000).

2.3.2.6. Alkali-Silika Reaksiyonu

Bazı agregalar, betondaki gözenekler içerisinde bulunan sıvılardaki alkali hidroksitler ile reaksiyona girebilirler. Olumsuz şartlar altında ve ortamda rutubet söz konusu olduğunda, bu olay betonda şişmeye ve takiben çatlamaya veya parçalanmaya yol açabilir. En yaygın reaksiyon şekli, alkaliler ve belirli silis formları arasında meydana gelir ve alkali silis reaksiyonu oluşur. (Anonim1, 2007). Bu reaksiyon oldukça karmaşık bir kimyasal reaksiyondur. Bazı çimentoların içinde fazla miktarda bulunan sodyum oksit (Na₂O) ve potasyum oksit (K₂O) gibi alkali oksitler beton gözenek suyunda çözülerek sodyum hidroksit (NaOH) ve potasyum hidroksit (KOH) oluştururlar ve aktif silis içeren agregalarla reaksiyona girerek, zamanla betonu çatlatan bir jel oluşumuna sebep olurlar. Reaksiyonun neden olduğu bu genleşme belli bir sınırı aştığında beton için potansiyel bir tehlike oluşturur (TS 2517, 1977).

2.3.3. Mekanik Özellikler

Agregaların belirli mekanik özelliklere sahip olması istenir. Betonda kullanılan agreganın kolayca kırılmayan, çabuk aşınmayan, sağlam ve sert olması gerekmektedir. Agreganın aşınma dayanıklılığı, basınç dayanımı, tokluğu ve sertliği betonun mekanik özelliklerini etkileyen etmenler olarak sayılabilir. Agreganın elastiklik modülü ve Poisson oranı da

mekanik özellikler arasında yer almaktadır (Erdoğan, 2003). Genel olarak agreganın basınç dayanımı ve elastisite modülü, elde edildiği kayacın mineral bileşimine, doku ve yapısına bağlıdır. Düşük dayanım, içyapı bileşen tanelerin zayıflığı ve bunların birbirlerine yeterince bağlanamaması sonucu olabilir. Betonda kullanılan agreganın basınç dayanımına dair ortalama bir değer belirtmek gerekirse, bu değer 200 MPa civarında olduğu söylenebilir. Normal dayanımlı betonlarda sadece agrega dayanımının etkisi oldukça azdır. Agreganın granülometrisi, tane şekli, yüzey yapısı, zararlı maddelerin bulunması ortaya çıkacak beton özellikleri üzerinde etkilidir. Ortalama veya düşük sayılabilecek bir basınç dayanımına ve elastisite modülüne sahip bir agrega betonun durabilitesini koruyabilir. Agreganın dayanımı, hafif betonların dayanımının kullanılan agreganın dayanımından büyük olması örneğinden bilindiği gibi, beton dayanımını her zaman sınırlayan bir faktör değildir. Agreganın dayanımı ve sertliğinin yanı sıra, özellikle beton yüzeyinin aşınmaya maruz kalacağı durumlarda (yol ve yüzey betonları) agreganın aşınmaya dayanıklı olması gerekmektedir (Neville, 1981). Türk standartlarına göre agreganın basınç dayanımı 1000 kgf/m²'den az ise veya agreganın aşınma dayanıklılığında kuşku duyuluyorsa, agreganın aşınma dayanıklılığı test edilmelidir (TS 706, 1980). Agreganın bu şekilde yapılan aşınma deneyi sonucundan bu malzemenin diğer özellikleri hakkında da bir fikir edinmek mümkündür. Yapılan deneylere göre aşınmaya karşı mukavemeti yüksek olan agregaların basınç mukavemetleri de yüksektir ve bunlarla üretilen betonun basınç ve eğilme mukavemetleri de büyük değerler almaktadır.

2.3.3.1. Tane Dayanımı

TS 706 EN 12620'ye göre; taşın suya doygun haldeki küp basınç dayanımı veya çapı yüksekliğine eşit silindir basınç dayanımı en az 1000 kgf/cm² (98 N/mm²) ise mekanik özellik ile ilgili başka incelemeye yapmaya gerek yoktur. Basınç dayanımının 1000 kgf/cm² den küçük olması halinde ve kuşkulu durumlarda agregalarda aşağıda açıklanan aşınmaya dayanıklılık deney sonuçlarına bakılır. Eğer iri agrega olarak çakıl kullanılıyor ise aşınmaya dayanıklılık deneyleri uygulanarak karar verilir (TS 706 EN 12620, 2003).

2.3.3.2. Su Emme Yüzdesi ve Gözeneklilik

Suyun, tanelerdeki boşluklara nüfuz ederek emilmesi sebebiyle, etüvde kurutulmuş agrega numunesinin kütlesinde meydana gelen artış su emme miktarı olarak tanımlanmaktadır.

Agreganın emdiği su miktarı tanelerin kökenine, yapısına ve granülometri bileşimine bağlıdır. Doğal kumların su emmesi bazı hallerde % 3 kadar büyük değerler alıyorsa da genel olarak bu karakteristik % 2'nin üstüne çıkmamaktadır (Şimşek, 2004). Agregadaki su miktarı agreganın birim ağırlığına, hatta özgül ağırlığına da etki eder. Birim ve özgül ağırlık doygun kuru yüzey hal için verilir. Agregada boşlukların fazla olması agreganın donma ve çevre etkilerine karşı dayanıklılığını azaltır. Agregada su emme yüzdesinin limiti kum ve çakıl için % 1'dir. Su emme yüzdesi yüksek olan agreganın betonda kullanılması beton dayanımını ve dayanıklılığını azaltır (TS EN 1097-6, 2002). Agregada tanelerinde bir miktar boşluk bulunması doğaldır. Agregada tanelerindeki boşluk su emme deneyi yapılarak belirlenir. İri agrega tanelerinin gözenekliliğinin küçük olması ile bu tanelerin mukavemetinin yüksek bir değer alması sağlanır. Mukavemeti yüksek olan taneler kullanılarak üretilen betonların mekanik mukavemeti de artırılabilir (TS EN 1097- 3, 1999).

2.3.3.3. Aşınma Dayanımı

Aşınma dayanımını belirlemek için “Los Angeles” aşınma deneyi yapılmaktadır. Los Angeles aşınma deneyinde 100 dönme sonunda ağırlıkça % 10, 500 dönme sonunda % 50' den az malzeme kaybı varsa agreganın yeterli dayanıma sahip olduğu kabul edilmektedir (TS EN 1097-2, 2000).

2.3.3.4. Agregalarda Dona Dayanıklılık

Betonun dona dayanıklılığında agrega önemli rol oynar. Bu nedenle donma etkisinde kalacak betonlarda kullanılacak agreganın da dona dayanıklı olması istenir. TS 706, 2003'e göre, iri agrega olarak kırma taş kullanıldığında, taşın su emme oranının ağırlıkça % 0,5' den büyük olmaması istenir (TS 706 EN 12620, 2003). Agreganın elde edildiği kayacın suya doygun haldeki küp basınç dayanımının en az 1500 kgf/cm² olması halinde, agreganın dona dayanıklı olduğu kabul edilmektedir (TS EN 1367- 1, 2001).

Üç farklı dona dayanıklılık deney yöntemi bulunmaktadır;

- Dona dayanıklılığın şiddetli don etkisi altında belirlenmesi (suda donma),
- Dona dayanıklılığın orta şiddetteki don etkisi altında belirlenmesi (havada donma),
- Dona dayanıklılığın kimyasal yöntemle (Sodyum Sülfat ve Magnezyum Sülfat Deneyi ile belirlenmesi (TS EN 1367-2, 1999).

Dona dayanıklılık deneylerinde, standart Na₂SO₄ çözeltisi ile yapılan deneylerde ağırlık kaybı en çok % 15 olmalıdır. Dona dayanıklılık deneyi sınır değerleri, % sınırları; ağırlıkça Sodyum Sülfat çözeltisi için % 18, Magnezyum Sülfat çözeltisi için % 27'dir (TS EN 1367-2, 1999).

2.3.3.5. *Agrega Hacim Konsantrasyonu*

Birden fazla faz içeren bir malzemenin mekanik davranışı her fazın özelliklerine bağlı olduğu gibi bu fazların malzeme içindeki miktarlarıyla ilgilidir. Agregat hacminin artmasıyla taze betondaki islenebilirlik azalmaktadır. Normal agregalı betonlarda betonun birim ağırlığı ve elastisite modülü artmakta, hafif agregalı betonlarda ise azalmaktadır. Agregat hacim konsantrasyonu arttıkça hafif ve çakıl agregalı betonlarda basınç dayanımı azalmakta, kırma taş ile üretilen betonlarda ise önce azalmakta fakat belli bir konsantrasyonda minimumdan geçtikten sonra artmaktadır (Yıldırım, 1995).

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Rize ili ve çevresinde önemli bir sorun haline gelmiş olan, doğru malzeme seçimi ile beton üretimi konusunda; Hemşin ve Fırtına Deresi agregaları incelenerek doğru ve ekonomik beton üretimi yolları araştırılmıştır. Bu derelerden alınan agregaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenebilmesi için çeşitli deneyler yapılmıştır. Deneyler sonucunda, ilgili standartlarla karşılaştırıldığında, Hemşin ve Fırtına Deresi agregalarının gerekli önlemler alındığı sürece beton yapımına uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Yıldız ve diğ, 2006).

“Agrega Petrografik Yapısının Betonun Dayanım ve Akışkanlığı Üzerindeki Etkileri” adlı çalışmada, agrega petrografik yapısının betonun çekme ve basınç dayanımları üzerinde önemli derecede etki ettiğini ortaya koymuş, akışkanlığı üzerinde de aynı derecede etkili olduğunu göstermiş ve betondaki kırılmaların çoğunlukla agrega ve sertleşmiş çimento hamuru arasındaki aderansın sökülmesi sonucunda meydana geldiğini göstermiştir. Dolayısıyla agrega petrografik yapısının bu tür betonların çekme ve basınç dayanımlarını önemli derecede etkilediğini göstermektedir. Yapılan deneylerde taş unlu ve taş unsuz agregalarla üretilen betonlardan, taş unlu agregalarla üretilmiş olanların dayanımlarının da yüksek olduğu görülmüştür. Mermer agregalı numunelerin en yüksek basınç dayanımına sahip olduğu bunu sırasıyla granit, kuvars ve bozulmuş granitin takip ettiğini ortaya koymuştur (Pul, 1994) .

Doğu Karadeniz Bölgesi doğal hafif agregalarından biriyle yapılan “Hafif Betonun Geleneksel Bir Betonla Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi” adlı çalışmada, agrega petrografik yapısını da dikkate alınarak yapılan hafif beton geleneksel bir betonla karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Elde edilen sonuçlar, Doğu Karadeniz Bölgesi doğal hafif agregalarından biriyle yapılan hafif betonun yekpare ve prefabrike beton yapılar

kullanılabileceğini ve bu kullanımın birçok yönden geleneksel beton kullanımına göre daha uygun olacağını ortaya koymuş bulunmaktadır (Hüsem, 1995).

“Van Yöresindeki Volkanik Tüf’ün Beton Mukavemetine Etkisi ve Taşıyıcı Hafif Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması” adlı çalışmada, Van yöresindeki tüf’ün beton agregası olarak kullanılabilirliği, basınç dayanımına etkisi ve taşıyıcı betonda kullanılabilirliği konuları incelenmiştir. Volkanik tüfle ilgili laboratuvar deneyleri yapılmış ve volkanik tüfün beton agregası olarak kullanılabileceği anlaşılmıştır. Çalışmada deneyler iki grup halinde yapılmış olup birincisinde karışımdaki agrega hacmi sabit tutulmuş ve tüf, karışımdaki agrega ile değişik oranlarda yer değiştirilerek deneylere tabi tutulmuştur. Sonuçta basınç dayanımında % 10’luk bir artış sağlanmıştır (Arıcı, 2007).

“Doğu Anadolu Bölgesindeki Hafif ve Normal Agregalarla Üretilen Betonların Fiziksel, Mekanik ve Isı İletkenlik Özelliklerinin Belirlenmesi ile Tarımsal Yapılarda Kullanılma Olanakları Üzerine Bir Araştırma” adlı çalışmada elde edilen sonuçlar, hafif agregalarla üretilen betonların normal agregalarla üretilen betonlardan daha düşük birim ağırlık ve ısı iletkenlik değerlerine sahip olduğunu, doğal ve granülometrisi ayarlanmış agregalarla üretilen betonlar arasında önemli farklılıklar bulunmadığını, hafif betonların yeterli basınç dayanımlarının ancak yüksek çimento dozajlarında elde edildiğini, donma-çözülme etkisinin hafif betonlarda basınç dayanımını arttırdığını ve su emme değerlerinin ise hafif betonlarda yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Hafif beton yapımında kullanılan üç farklı betondan Van-Erciş yöresi agregası ile üretilen betonlar en düşük birim ağırlık ve ısı iletkenlik değerleri göstermiş, bunları Erzurum-Pasinler ve Kars-Sarıkamış yöresi hafif beton agregası ile elde edilen betonlar izlemiştir (Kocaman, 2000).

“İstanbul Ömerli Bölgesindeki Kumtaşlarının Betonda İnce Agregası Olarak Kullanılabilirliği” adlı çalışmada öncelikle bölgedeki kum taşlarındaki renk ve doku değişimleri dikkate alınarak üç farklı noktadan numuneler alınmıştır. Kum taşlarının petrografik, mineralojik özellikleri ile kimyasal bileşimleri; hazırlanan ince kesitler üzerinde polarizen mikroskobu ile yapılan incelemeler, X ışınları ve kimyasal analizler ile belirlenmiştir. Örnekler üzerinde standart agrega deneylerinin yapılabilmesi için, blok

örnekleri kırma eleme tesisinde ince agrega boyutuna getirilmiştir. Fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenen ince agregalar, hızlandırılmış harç çubuğu deneyleri ile alkali-silis reaksiyonu yönünden de araştırılmıştır. İncelenen kum taşlarının beton özelliklerine etkilerinin araştırılması amacıyla, üretilen ince agregalar ile bölgede üretilen kireçtaşları kullanılarak deneme betonları yapılmış ve bunların dayanım ve durabilite özellikleri araştırılmıştır. Elde edilen veriler, referans deney numuneleriyle karşılaştırıldığında; incelenen kumtaşlarının, günümüzde beton üretiminde kullanılmalarının ekonomik olmamasına karşın, agrega ihtiyacının artacağı dönemlerde, düşük dayanımlı betonların üretimlerinde kullanılabileceği saptanmıştır (Buldum, 2006).

Agrega Şekil Parametreleri İle Beton Dayanımı Arasındaki İlişkinin Görüntü Yöntemleri Yardımıyla İncelenmesi adlı çalışmada, agrega şekil parametreleri ve beton basınç dayanımı arasındaki ilişkiler dijital görüntü işleme ve analizi metotları kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışma iki seviyede üç karışım dizayn parametresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu parametreler sırasıyla gradasyon tipi, agrega tipi ve maksimum agrega çapıdır. Toplam 40 adet kübik beton numunesi su-çimento oranı sabit tutularak hazırlanmıştır. Her bir numune kesit yüzeylerinin dijital görüntülerinin elde edilmesi amacıyla basınç dayanımı testinden sonra 4 eşit parçaya kesilmiştir. Bu dijital görüntülerden, basınç dayanımı ile olan ilişkilerinin incelenmesi amacıyla bir çok agrega şekil parametresi hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, agrega tipi ve basınç dayanımı arasında güçlü bir korelasyon görülmesine karşın, agrega şekil parametreleri ve basınç dayanımı arasında zayıf korelasyonlar bulunmuştur. Bu çalışma agrega şekil parametreleri ve beton dayanımı arasındaki ilişkilerin agregaların numune kesit yüzeyi içerisindeki dağılımlarının yaratacağı etkilerin de göz önüne alınarak tekrar incelenmesini önermektedir (Özen, 2007).

“Isparta Yöresinde Çıkarılan ve Beton Üretiminde Agregalar Olarak Kullanılan Malzemelerin Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı çalışmada, Isparta bölgesinde bulunan beş farklı agrega ocağından agrega numuneleri alınarak bu numunelere ait agrega yeterlilik deneyleri yapılmış, agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri tespit edilmiş, beş farklı agrega ocağının agregaları arasında mukayese yapılmıştır. Bu agrega ocaklarından getirilen

agregalar ile laboratuvar ortamında betonlar üretilmiştir. Beton üretilirken; su/çimento sabit (0.53) alınmış, elde edilen betonların basınç dayanım değerleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada yine su/çimento sabit tutulmuş, çimento miktarı artırılmak sureti ile çimento miktarı değişiminin beton numuneler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Isparta bölgesindeki pomza ile yapılan agrega deneylerinde, pomzanın hafif agrega sınıfına girdiği, birim hacim ağırlık, özgül ağırlık ve su emme değerlerinin diğer dört agrega ocağından alınan numune değerlerinden çok farklı çıktığı görülmüş ve bu agregayı hafif agrega ile karşılaştırma yapmanın uygun olacağı kanaatine varılmıştır (Çomak, 2007).

“Kendiliğinden Yerleşen Betonların Mekaniksel Özelliklerine Agrega Tipinin Etkisi” adlı çalışmada, kendiliğinden yerleşen betonların mekaniksel özelliklerine agrega tipinin etkisi incelenmiştir. Bunun için taze ve sertleşmiş betonun özellikleri deneyler yapılarak sonuca gidilmiştir. Deneyde CEM I 42,5 R tipi çimento, Elazığ Palu yöresinde bulunan doğal agrega ve kırma taş kullanılmıştır. İnce madde olarak bölgede rahatlıkla temin edilebilecek ve atık VIII durumdaki bir madde olan Elazığ Eti Krom Aş’ye ait Ferrokrom tozu 125µm’luk elekten elenerek deneylerde kullanılmıştır. Kimyasal katkı olarak Sika Kimyasalları Aş’ye ait ViscoCrete 3080-VP katkı maddesi kullanılmıştır. Bu çalışmada, agrega boyutu 16mm olan 350 ve 400 dozlu küp, silindir ve kiriş numunelerden oluşan 4 seri beton deneylere tabi tutulmuştur (Özgüler, 2007).

“Betonun Basınç Dayanımına Numune Boyutunun Etkisi” adlı çalışmada betonun basınç dayanımına beton bloklardan kesilerek çıkarılan küp ve silindir şeklindeki numunelerin boyutlarının etkisi araştırılmıştır. Çalışmada iki farklı beton sınıfında maksimum agrega çapı 12, 22 ve 32 mm olan 6 farklı seri beton üretimi yapılmıştır. Normal dayanım sınıfında çimento miktarı 305–335 kg/m³, yüksek dayanım sınıfında ise 475–500 kg/m³’tür. Yüksek dayanım sınıfında hedeflenen dayanımı elde edebilmek için çimentoya ilave olarak çimento dozajının % 5’i kadar silis dumanı katılmıştır. Bu betonlarda su / bağlayıcı oranı; normal dayanım sınıfı için 0,51–0,55; yüksek dayanım sınıfı için 0,33–0,35 arasında değişmektedir. Her beton serisi için 11 farklı ebatta prizma şeklinde bloklar üretilmiştir. Beton kalıplara döküldükten 24 saat sonra kalıplardan çıkarılıp 20±2°C sıcaklıktaki kirece doygun su havuzuna yerleştirilmiştir. Yüksek dayanım sınıfındaki numuneler 3. gün normal

dayanım sınıfı betonlar ise 6. gün kür havuzundan çıkarılıp 4 farklı boyutta küp numune kesilmiş ve 3 farklı çapta karot çıkarılmıştır. Numuneler aynı gün içerisinde tekrar aynı kür havuzuna yerleştirilmiştir. 28. gün kür havuzundan çıkarılan numuneler kalıplama doğrultularına paralel doğrultuda baslık yapıp 33. gün basınç deneyine tabii tutulmuşlardır. Basınç deneyinin sonuçlarına göre hem karot hem küp numunelerde en yüksek değer 100 mm numunede elde edilmiştir. Numune boyutunun 100 mm üzerine çıkması ile dayanımın azaldığı, ancak küçük boyuttaki (50 mm) numunelerin bu kuralın dışında kaldığı görülmüştür. Ayrıca sadece 100 mm küp numuneler üzerinde yapılan kesme işlemine bağlı olarak kesilen yüzey sayısı ile dayanımda bir artışı olduğu görülmüştür. Böylece, kesilen yüzey sayısı artarken cidar etkisinin azaldığı ve kesme hasarına rağmen dayanımın arttığı görülmüştür. Buna paralel olarak kalıp kenarından farklı uzaklıkta yapılan kesimlerde dayanımın kalıp yüzeyinden sonra ki ilk 50 mm de arttığı, ancak 100 mm'den sonra dayanımda düşüşün olduğu görülmüştür (Türkel, 2006).

“Farklı Kökenli Agregaların Beton Özelliklerine Etkisi” adlı çalışmada, beş farklı kökenli agreganın ve kırma kum kullanımının taze ve sertleşmiş beton özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaç ile planlanan betonlarda Bazalt (Çorlu – Karatepe), Kumtaşı (Cendere), Dolomit (Marmara Adası), Beyaz Kalker (İstanbul – Çatalca) ve Mavi Kalker (İstanbul– Cebeci) agregalarının kırma taşları ile doğal kum (İstanbul–Akpınar) kullanılmıştır. Her üretim için farklı bir karışım granülometrisi hazırlanmış, incelik modülü 4,04–4,08 değerleri arasında kalacak şekilde karışım agregası oluşturulmuştur. Üretimlerde CEM I 42,5R çimentosu kullanılmıştır. Tüm serilerde çimento dozaj 290 kg/m^3 ve orta akışkanlaştırıcı katkı oranı % 0,8 ile sabit tutulmuş, 14–16 cm'lik çökmeyi sağlayacak şekilde suyun bağlayıcıya oranı değiştirilmiştir. 5 farklı agrega için üretilen 15 seri betondan 4 adet 150x150x150 mm boyutlarında küp ve 3 adet 150 mm çapında 300 mm yüksekliğinde silindir numune alınmıştır. Numuneler sıcaklığı $21,2 \text{ }^\circ\text{C}$ olan su içinde muhafaza edilmiştir. Farklı agregalar ile üretilen betonlardan, bazalt agregası kullanılarak üretilenler en yüksek birim ağırlığa ve basınç dayanımına erişmiştir. Bazalt ve dolomit agregaları ile üretilen betonların ultrases hızlarının, beyaz kalker, mavi kalker ve kumtaşı agregaları ile üretilenlere göre daha yüksek değerlere sahip olduğu gözlenmiştir. Basınç dayanımı arttıkça elastisite modülünün arttığı, aynı agrega grubu içinde basınç dayanımları

birbirine yakın sonuç veren betonların, elastisite modüllerinin de birbirine yakın olduğu görülmüştür. Yalnızca kırma kum kullanılarak üretilen betonlarda, yalnızca kum veya kum-kırma kum karışımları kullanılarak üretilen betonlara göre, aynı islenebilirliğin sağlanabilmesi için, daha fazla su ihtiyacı olduğu, artan su/çimento oranı ile basınç dayanımlarının, ultrases hızlarının ve elastisite modüllerinin düştüğü gözlenmiştir. Dolomit agregasının yalnızca kırma kum, kumtaşı agregasının yalnızca kum, bazalt, beyaz kalker ve mavi kalker agregalarının ise kum ve kırma kumun bir arada kullanımına daha uygun olduğu sonuçları elde edilmiştir (Apaydın, 2007).

“Boztepe Taş Ocağı Malzemesinin Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi” adlı çalışmada, Sivas ilinin kuzeybatısında yer alan Ozmuş köyü Boztepe mevki kireçtaşı oluşumlarının beton agregası olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Sahada üç adet sondaja ilaveten yüzey ölçümleri sürdürülmüş ve sahanın rezervi belirlenmeye çalışılmıştır. Laboratuar çalışmalarına yönelik olarak alınan numuneler ile TSE standartlarına uygun olarak agrega yeterlilik deneyleri ve beton deneyleri gerçekleştirilmiş, söz konusu kireçtaşlarının beton agregası olarak kullanılabilir olduğuna karar verilmiştir. Sahada bir taş ocağı işletilmesi durumunda oluşacak maliyetleri belirlemeye yönelik fizibilite analizleri yapılmış, sahanın ekonomik olarak değerlendirilebilir olduğuna belirlenmiştir (Erol, 2008).

“Agrega Türünün Hafif Blokların Özelliklerine Etkisinin Araştırılması” adlı çalışmada, ülkemizde bol miktarda rezerv kapasitesine sahip olan pomza, diatomit ve tuf kayalarından elde edilen agregalarla üretilen blok elemanların, inşaat sektöründe yapı malzemesi olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Farklı türlerdeki doğal hafif agregalar, ayrı ayrı kullanılarak üç farklı agrega yapısına sahip blok eleman üretilmiştir. Karışımlardaki agregalara önceden su emdirildiği için su/çimento oranı 0,15 olarak sabit tutularak, agrega granülometrisini değiştirmek suretiyle, her agrega türü için 5 farklı granülometri belirlenerek, toplamda 15 farklı seride blok üretimi kollu briket makinesinde gerçekleştirilmiştir. Üretilen blok numuneler üzerinde basınç dayanımı, ultrases hızı, birim hacim ağırlık, görünür porozite, su emme değerleri belirlenerek, numunelerin donma-çözünme ve yüksek sıcaklık etkisindeki değişimleri incelenmiştir. Numunelere ait ısı

iletkenlik ve kılcal su emme katsayıları hesaplanmıştır. Pomza, diyatomit ve tuf agregalarının ayrı ayrı kullanılmasıyla üretilen blokların birim hacim ağırlıkları 1100–1400 kg/m³ arasında, 7–56 günlük basınç dayanımlarının ise 1,5–14 N/mm² arasında değişmektedir. Numunelerin ısı iletkenlik katsayılarının 0,259–0,582 W/mK arasında değiştiği belirlenmiştir (Akbaba 2007).

“Hafif Agregalı Kendiliğinden Yerleşen Betonların Özellikleri” adlı çalışmada yoğunluğu fazla olan kendiliğinden yerleşen betonların (KYB) birim ağırlıklarının azaltılması amaçlanmıştır. Bu nedenle KYB üretiminde kullanılan normal agregaya, farklı hafif agregalarla yer değiştirilmiştir. Normal agregaya olarak 4–16 mm boyutundaki kırma taş agregası kullanılmıştır. Hafif agregaya olarak da yine 4–16 mm tane boyutlarındaki pomza, volkanik tuf ve diyatomit kullanılmıştır. İnce agregaya olarak tüm karışımlarda 0–4 mm tane boyutundaki doğal dere kumu kullanılmıştır. Seriler, 0.28, 0.31, 0.34, 0.36 ve 0.38 olacak şekilde beş farklı su-toz oranında ve ince malzeme miktarı da 600 kg/m³ olacak şekilde toplam 20 farklı şekilde tasarlanmıştır. Normal agregayla üretilen seriler kontrol serisi olarak belirlenmiştir. Taze haldeki KYB’lerin doldurabilme, geçebilme ve ayrışmaya karşı dirençlerinin belirlenmesi için tüm serilerde çökmede yayılma, yayılmada T500 suresi, V-kutusu akış suresi, VT5 akış suresi, L-kutusu, U-kutusu, doldurma kutusu ve J-halkasında çökmede yayılma deneyleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca taze betonların birim hacim ağırlıkları da belirlenmiştir. Diğer yandan farklı agregalarla üretilmiş KYB’lerin sertleşmiş beton özelliklerinin belirlenmesi için de, basınç dayanımı, dolaylı çekme dayanımı, ultrases geçiş suresi, yoğunluk, porozite, su emme, ısı iletkenlik, ısıl sekil değiştirme, ısıl genleşme, kılcal su emme ve yüzeysel aşınma deneyleri yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre, düşük su-toz oranında üretilen KYB’lerde hafif agregaya kullanılmasıyla yüksek doldurma, geçebilme ve ayrışma direnci elde edilmiştir. Hafif agregaya kullanılması ile sertleşmiş beton özelliklerinden mekanik özellikler azaltılırken, yüksek sıcaklık etkisindeki ısıl genleşme katsayıları azaltılmıştır. Ayrıca yalıtım değerleri de artırılmıştır. KYB’lerin yoğunlukları da önemli derecede azaltılmıştır (Uygunoğlu, 2008).

“Farklı Agregalarla Üretilmiş Beton Özelliklerinin Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Mantık ile Tahmin Edilmesi” adlı çalışmada, geri kazanılmış farklı katı atıklar beton üretiminde

kullanılmıştır. Bu katı atıklardan birisi de atık otomobil lastikleridir. Geri kazanılmış lastikler betonda agrega yerine kullanılarak lastik agregalı taze beton özelliklerinden birim ağırlık ve yayılma deneyleri yapılmıştır. Lastik agregalı sertleşmiş beton özelliklerinden ise birim ağırlık, basınç dayanımı ve ultrases geçiş hızı deneysel olarak belirlenmiştir. Ayrıca, atık lastik agregaları harç üretiminde kum yerine kullanılmıştır. Kum yerine atık lastik agregalarının kullanıldığı harçlarda eğilme ve basınç dayanımı değerleri deneysel olarak belirlenmiştir. Bunun yanında, diğer bir atık olan gaz beton agregaları beton üretiminde kırma taş yerine kullanılmıştır. Daha sonra, deneysel olarak belirlenen değerler yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemlerinde modeller geliştirilerek de tahmin edilmiştir. Modellerdeki eğitim ve test sonuçlarının, deney sonuçlarına çok yakın olarak tahmin edilebileceği karşılaştırmalarda gözlenmiştir (Sarıdemir, 2008).

“Geri Dönüşümlü İri Agregaların Beton Özelliklerine Etkisi” adlı çalışmada, beton atıklarından elde edilen iri agreganın geri dönüşüm agregası olarak betonda kullanım olanakları araştırılmıştır. Araştırmada; kırma iri agrega yerine % 0, 10, 20, 30, 40, 50 ve 100 oranlarında iri geri dönüşüm beton agregası (İGDBA) kullanılmıştır. Beton örneklerinin 28 günlük basınç dayanımları, birim ağırlık ve su emme oranları belirlenmiştir. Elde edilen deney sonuçlarına göre; % 30 oranına kadar İGDBA'nın beton üretiminde kullanılabileceği görülmüştür (Durmuş ve diğ., 2009).

Kırşehir yöresi taş ocaklarından elde edilen kırma taşların beton agregası olarak kullanılabilirliği incelenmiş ve Seyfe, Demirli ve Obruk kırma taşlarına ait betonların elastisite modülünün standart değer altında olduğu görülmüştür. Bu örneklerin diğer özellikleri bakımından standartlara uygun olduğu belirlenmiştir. Keçikale (alt), Keçikale (üst), Kızılırmak ve Küçükbüklüm örneklerinin standartlara uygun olduğu, diğer taraftan Keçikale (alt) ve Keçikale (üst) örnekleri belirtilen özellikleri bakımından en iyi sonuçları verdiği görülmüştür (Arslan ve Demir, 2006).

Kırşehir yöresi taş ocaklarından elde edilen kırma taş agregalarının mühendislik özellikleri incelenmiş ve Seyfe, Demirli ve Kızılırmak agregalarının su emme oranlarının yüksek olduğu ayrıca Seyfe agregasında aşınma kaybının da yüksek olduğu, bu agregaların diğer

özellikleri bakımından standartlara uygun olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan Keçikale (alt) ve Keçikale (üst) agregalarının belirtilen özellikleri bakımından en iyi sonuçları verdiği görülmüştür (Arslan ve Demir, 2005).

Uçucu külün geliştirilmiş kil agregası ile üretilen yüksek dayanımlı hafif agregalı betonun mekanik ve fiziksel özelliklerine etkisi incelenmiş ve 350, 400, 450 kg/m³ çimento içeriğine sahip geliştirilmiş kil agregası ile karışımlar hazırlanmış ve % 0, 10, 20 ve 30 oranlarında uçucu kül ile çimento yer değiştirilerek farklı çimento içeriğine sahip karışımlar hazırlanarak çeşitli deneyler yapılmış ve sonuç olarak 450 kg/m³ çimento içeriğine sahip geliştirilmiş kil agregalı hafif betonun en yüksek basınç dayanımına sahip olduğu ve uçucu kül kullanılması ile betonun mekanik özelliklerinin % 10 oranında iyileştirilebildiği görülmüştür (Subaşı, 2009).

Farklı oranlarda çelik ve polipropilen lif kullanımının kendiliğinden yerleşen betonlarda işlenebilirlik parametreleri ve basınç dayanımları üzerine olan etkileri ile aralarındaki ilişki araştırılmış ve kendiliğinden yerleşen beton karışımları içerisinde çelik lif ve polipropilen lif kullanımı ile taze beton işlenebilirlik parametrelerinin azaldığı, basınç dayanımlarının ise ters orantılı olarak arttığı, lif katkılı kendiliğinden yerleşen betonlarda akma süresi ve yayılma çapı ile basınç dayanımı değerleri arasında yüksek oranda ilişkinin bulunduğu görülmüştür (Subaşı ve Emiroğlu, 2008).

“Sivas Bölgesi Hazır Beton Üretiminde Doğal Kum-Çakıl İle Kıırma Taş Ürünlerinin Mukayesesi” adlı çalışmada, beton yapımında kullanılan agregaların özellikleri incelenerek, bunlara ait standartlara değinilmiş, bu standartlar kapsamında Sivas bölgesi, Kabaktepe kırma taş ürünlerinin beton agregası olarak kullanılabilirliği ve Hafik dere malzemesi ile mukayesesi yapılarak avantaj ve dezavantajlarına değinilmiştir. Betonda agrega kullanılmasının, sertleşme ve beton hacim değışikliğini önlediği ve azalttığı, ayrıca çevre etkilerine karşı betonun dayanıklılığını arttırdığı belirtilmiştir (Söylemez, 2008).

4. MALZEMELER VE METOTLAR

4.1. MALZEMELER

4.1.1. Agregalar

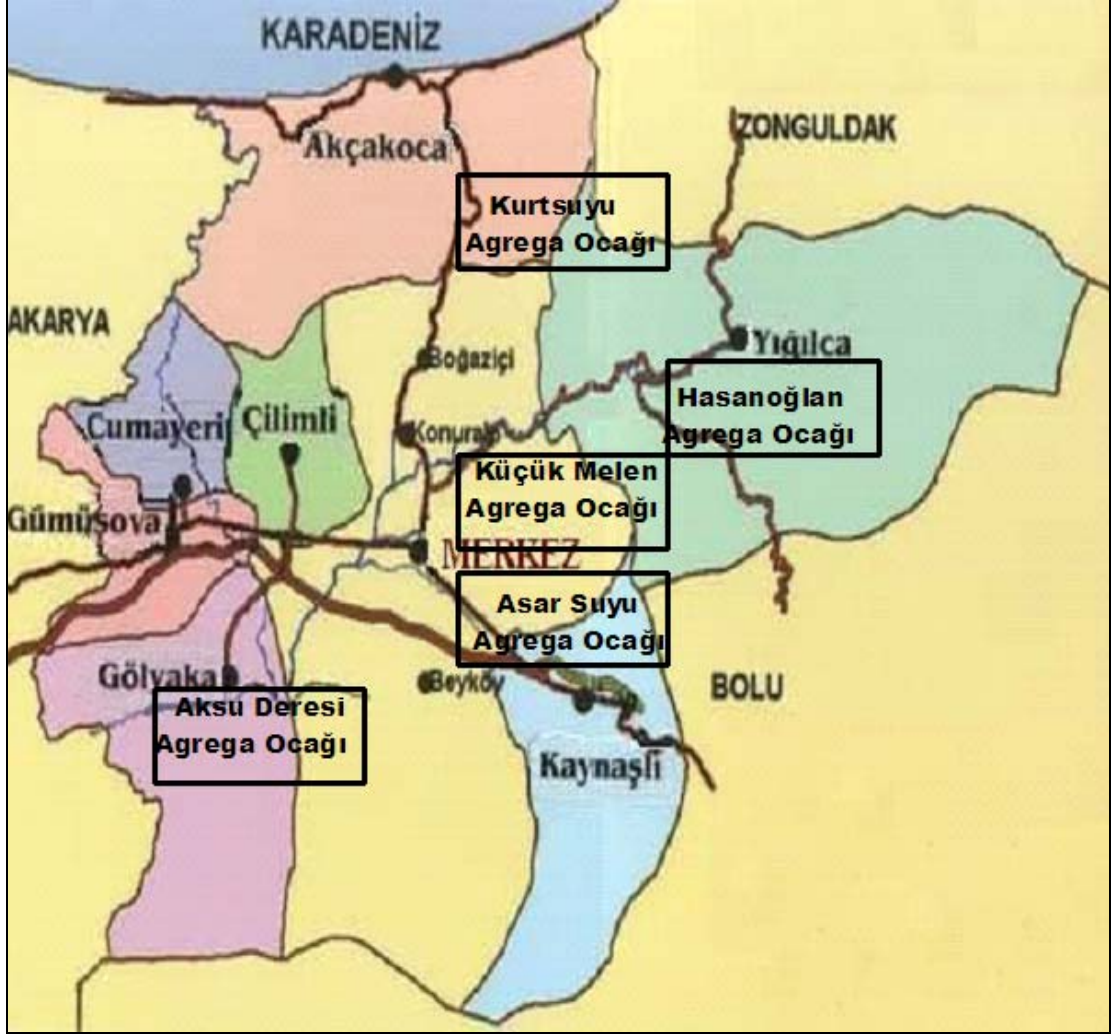
Çalışmada kullanılan agregalar, Doğal Agregalar ve Kırma taş agregaları olarak iki grupta incelenmiş ve elde edilen tüm deneysel sonuçlar aşağıda kullanılan sembollere göre değerlendirilmiştir.

D_a: Doğal agregalar, K_a: Kırma taş agregaları, D1: Aksu Deresi Mevkisi, D2: Asar Deresi Mevkisi, D3: Küçük Melen Mevkisi, K1: Hasanoğlan Barajı Mevkisi, K2: Kurt Suyu Mevkisi'ni göstermektedir.

Genel olarak Düzce il haritası ve bu harita üzerinde de agregalar ocaklarının konumları aşağıdaki haritalar üzerinde gösterilmiştir (Şekil 4.1 ve 4.2.). Agregalar numuneleri, her ocaktan TS EN 932-1 standardına uygun olarak, deneylere yetecek kadar (350–400 kg) toplanarak oluşturulmuştur.



Şekil 4.1: Düzce il haritası



Şekil 4.2: Çalışmada kullanılan agregaların alındığı ocakların harita üzerindeki konumları

4.1.2. Çimento Ve Su

Bu çalışmada kullanılan çimento CEM II A-M 42,5R olup çimento ile ilgili mekanik, fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir. Beton karışımında ise Düzce ili şehir şebeke suyu kullanılmıştır.

Çizelge 4.1: Çimentonun mekanik ve fiziksel özellikleri

Özellikler	
7 günlük basınç dayanımı (N/mm ²)	50,8
28 günlük basınç dayanımı (N/mm ²)	62
Özgül ağırlık	3,08
Blaine inceliği (cm ² /gr)	4440
Su/Çimento Oranı	0,31
Priz başlangıcı (dakika)	180
Priz sonu (dakika)	210

Çizelge 4.2: Çimentonun kimyasal özellikleri

Oksitler	%
SiO ₂	23,71
Fe ₂ O ₃	3,56
Al ₂ O ₃	6,27
CaO	56,17
MgO (%)	2.21
K ₂ O (%)	0,65
SO ₃ (%)	3,68
Çözünmeyen kalıntı (%)	0,60
Kızdırma Kaybı (%)	3,68
Serbest CaO (%)	0,65

4.1.3. Kimyasal Katkı Maddesi

Hazırlanmış olan beton karışımında kullanılan İksa firması tarafından üretilen polikarboliksat esaslı kimyasal katkı maddesi Süper Flow NY 300'e ait fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3: Beton karışımında kullanılan kimyasal katkıya ait fiziksel ve kimyasal özellikler

Özellik	Test Metodu	Test Sonucu	Kabul Kriterleri
Homojenlik	Gözle	Ayrışma gözlenmemiştir	Ayrışma olmamalıdır
Renk	Gözle	Koyu Kahverengi	Koyu Kahverengi
Bağlı Yoğunluk 20 °C (kg/l)	ISO 758	1,181	1,150–1,200
pH 20°C	ISO 4316	8,36	7,00–9,00
Katı Madde (%)	TS EN 480–8	34,87	33,00–36,00
Suda Çözünen Klorür (%)	TS EN 480–10	0,035	< % 0,10 (ağırlıkça)
Alkali Miktarı (Na ₂ O) (%)	TS EN 480–12	1,92	Max. 5,0 (ağırlıkça)

4.2. METOTLAR

4.2.1. Agregata Deneyleri

Seçilen agregata ocaklarından TS EN 932-1 ve TS 707 standardında belirtilen esaslara uygun olarak alınan agregata üzerinde tane dağılımı, gevşek ve sıkışık birim ağırlık, organik madde oranı, ince madde oranı, yüzey nemi oranı, tane yoğunluğu ve su emme oranı, donma-çözünme direnci, Los Angeles aşınma direnci, darbe dayanımı (impact value), kırılma dayanımı (crushing value), mohs sertlik deneyleri gerçekleştirilmiştir.

4.2.1.1. Tane Dağılım Deneyi

Düzce yöresi agregata ocaklarından temin edilen agregata üzerinde TS 3530 EN 933-1 “Agregatların geometrik özellikleri için deneyler” standardına uygun olarak elek analizi deneyi gerçekleştirilmiş ve agregatların tane dağılımı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar kullanılarak tane dağılım eğrileri belirlenmiştir. Ayrıca her bir agregata ocağı için incelik modülü hesaplanmıştır. İncelik modülü hesaplanmasında aşağıda belirtilen eşitlik kullanılmıştır.

$$Imk = \frac{\sum EK}{100} \quad (4.1)$$

Imk = İncelik modülü

$\sum EK$ = Toplam elekte kalan, (%)

ifade etmektedir.

4.2.1.2. Gevşek ve Sıkışık Birim Ağırlık Deneyi

Farklı ocaklardan temin edilen agregata 0-5 mm, 5-12 mm, 12-22 mm tane sınıflarına ayrılmış ve TS 3529 “Agregata gevşek ve sıkışık birim ağırlık tayini” standardında belirtilen esaslara uygun olarak agregatların gevşek ve sıkışık birim ağırlıkları belirlenmiştir.

4.2.1.3. Organik Madde Miktarı Deneyi

Farklı ocaklardan temin edilen agregata 0-5 mm ve 5-8 mm tane sınıflarına ayrılmış ve TS EN 1744-1 “Agregatların kimyasal özellikleri için deneyler” standardında belirtilen esaslara uygun olarak organik madde tayini deneyi gerçekleştirilmiştir.

4.2.1.4.İnce Madde Oranı Deneyi

Düzce yöresi agrega ocaklarından temin edilen agregalar, 0-5 mm, 5-12 mm, 12-22 mm tane büyüklüklerine göre tasnif edildikten sonra her bir tane sınıfı için TS 3527 “Beton agregalarında ince madde oranı tayini” standardında belirtilen esaslara uygun olarak ince madde oranları tayini deneyi gerçekleştirilmiştir.

4.2.1.5.Yüzey Nemi Oranı Deneyi

Agregaların sahip oldukları yüzey nem oranları TS 3523 “Beton agregalarının yüzey nemi oranı tayini” standardında belirtilen esaslara uygun olarak yüzey nemi oranları tayini deneyi gerçekleştirilmiştir.

4.2.1.6.Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranı Deneyi

Çalışmada beş farklı agrega ocağından alınan numunelerin her bir grubundan üç adet olmak üzere TS EN 1097-6 “Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler bölüm 6: tane yoğunluğu ve su emme oranının tayini” standardında belirtilen esaslara uygun olarak tane yoğunluğu ve su emme oranı tayini deneyleri gerçekleştirilmiştir. Deneyler 0-5 mm, 5-12 mm, 12-22 mm tane iriliğinde sınıflandırılan agregalar için ayrı ayrı yapılmıştır. Her bir agrega sınıfı için görünür tane yoğunluğu, kuru tane yoğunluğu, doygun tane yoğunluğu ve su emme oranları aşağıda belirtilen eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Görünür Tane Yoğunluğu, } \rho_a \quad \rho_a = \rho_w [M_4 / (M_4 - (M_2 - M_3))] \quad (4.2)$$

$$\text{Etüvde Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu, } \rho_{rd} = \rho_w [M_4 / (M_1 - (M_2 - M_3))] \quad (4.3)$$

$$\text{Doygun Kuru Yüzey Tane Yoğunluğu, } \rho_{ssd} = \rho_w [M_1 / (M_1 - (M_2 - M_3))] \quad (4.4)$$

$$\text{Su Emme, } WA_{24} \quad WA_{24} = 100 * [(M_1 - M_4) / M_4] \quad (4.5)$$

M_1 =Doygun ve havada kurutulmuş agrega kütlesi, g,

M_2 =Doygun agrega numunesinin piknometre kütlesi, g,

M_3 =Sadece su ile doldurulmuş piknometrenin kütlesi, g,

M_4 =Etüvde kurutulmuş deney numunesi kısmının kütlesi, g,

P_w = M_2 tayin edildiğinde kaydedilen su sıcaklığı,

4.2.1.7.Donma-Çözülme Direnci Deneyi

Donma-çözülme direnci deneyi beş farklı agrega ocağından temin edilen 5-12 mm, 12-22 mm tane sınıflarına ayrılmış numuneler üzerinde TS EN 1367-1 “Agregaların termal ve bozunma özellikleri için deneyler - Bölüm 1: Donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini”

standardında belirtilen esaslara uygun olarak Na₂SO₄ çözeltisi içerisinde kimyasal yöntemle gerçekleştirilmiştir. Deney sonucunda elde edilen veriler kütle kaybı (%) olarak hesaplanmış ve istatistiksel değerlendirilmeye tabi tutulmuştur.

4.2.1.8. Los Angeles Aşınma Direnci Deneyi

Los Angeles aşınma direnci deneyi her bir agrega ocağından alınan 10-14 mm tane iriliklerine sahip agregalar üzerinde TS EN 1097-2 “Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler Bölüm 2: Parçalanma direncinin tayini için metotlar” standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. 500 devir sonunda agregaların kütle kayıpları belirlenmiş ve agrega aşınma yüzdeleri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$LA = \frac{M_0 - M_1}{M_0} * 100 \quad (4.6)$$

M₀= Numunenin ilk kuru ağırlığı, g,

M₁= Elek üzerinde kalan numunenin kuru ağırlığı, g,

LA= Los Angeles aşınma yüzdesi, %

ifade etmektedir.

4.2.1.9. Darbe Dayanımı Deneyi (Impact Value)

Farklı ocaklardan alınan 10-12,5 mm tane aralığına sahip agregalar üzerinde BS 812-112 “Testing aggregates method for determination of aggregate impact value” standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. (BS 812-112, 1990)

4.2.1.10. Kırılma Dayanımı Deneyi (Crushing Value)

Kırılma dayanımı deneyi farklı agrega ocaklarından alınan 10-14 mm tane büyüklüğüne sahip agregalar üzerinde BS 812-110 “Testing aggregates method for determination of aggregate crushing value” standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. (BS 812-110, 1990)

4.2.1.11. Mohs Sertlik Deneyi

Düzce yöresi agrega ocaklarından alınan agregaların sertliklerinin belirlenmesi için Mohs sertlik testi uygulanmıştır. Sertliği bilinen mineraller kullanılarak agregaların sertlikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

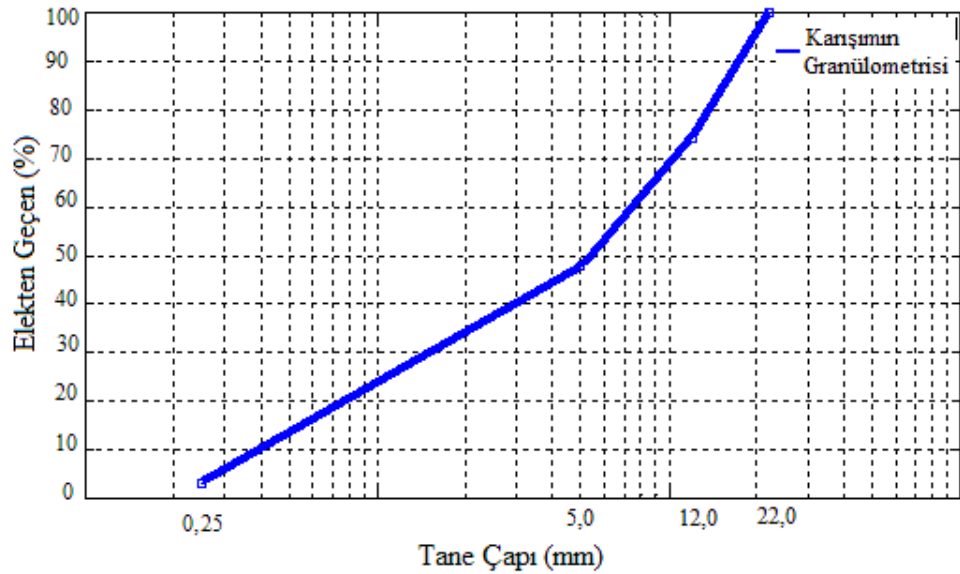
4.2.2. Beton Karışım Dizaynı ve Deney Örneklerinin Hazırlanması

Düzce yöresindeki beş farklı agrega ocağından temin edilen agregaların tane dağılımı TS 802 “Beton karışım hesabı” standardında belirtilen sınırlar içerisinde kalacak şekilde ayarlanmıştır. Hesaplanan beton karışım dizaynı Çizelge 4.4’de verilmiştir. Hazırlanan karışımlardan 15x15x15 cm ebatlarında kalıplara beton dökülerek sertleşmiş beton deneyleri için numune üretilmiştir. Her bir agrega ocağı için 18 adet olmak üzere toplam 90 adet küp numune hazırlanmıştır.

Çizelge 4.4: 1 m³ Beton için karışım oranları

Malzeme	%	Hacim (dm ³)	Kütle (kg/m ³)
Çimento	10	108	340
Su	17	170	170
Hava	1	10	-
Agrega	0-5 mm	34	339
	5-12 mm	19	186
	12-22 mm	19	187
Toplam	100	1000	2361

Hesaplanan agrega karışım dizaynına göre 0–22 mm çapındaki agregalara ait granülometri eğrisi aşağıdaki Şekil 4.3’te verilmiştir.



Şekil 4.3: Çalışmada kullanılan 0–22 mm çapındaki agregalara ait granülometri eğrisi

4.2.3.Taze Beton deneyleri

4.2.4.1. Çökme Deneyi

Her bir agrega ocağı için hazırlanan taze beton karışımı üzerinde TS EN 12350-2 “Taze beton kıvam deneyi – çökme hunisi metodu” standardında belirtilen esaslara uygun olacak şekilde çökme deneyi yapılmıştır.

4.2.4.2. Taze Beton Yoğunluk Deneyi

Düzce yöresi farklı agrega ocakları için hazırlanan karışımlar üzerinde TS EN 12350-6 “Beton- taze beton deneyleri- bölüm 6: Yoğunluk” standardına uygun olarak taze beton yoğunluk deneyi yapılmıştır.

4.2.4.3. Ve-Be Deneyi

Her bir agrega ocağı için hazırlanan taze beton karışımı üzerinde TS EN 12350-3 “Taze beton kıvam deneyi – Ve-be metodu” standardında belirtilen esaslara uygun olacak şekilde Ve-be deneyi yapılmıştır.

4.2.5. Sertleşmiş Beton Deneyleri

4.2.5.1. Yoğunluk Tayini ve Su Emme Deneyi

Sertleşmiş betonun yoğunluğu TS EN 12390-7 “Beton-sertleşmiş beton deneyleri-bölüm 7: Sertleşmiş betonun yoğunluğunun tayini” standardına uygun olarak yapılmıştır. Bu amaçla taze beton küp numunelere konularak kür edilmiş ve 7, 14 ve 28 gün için ayrı ayrı olmak üzere malzeme ocakları bazında yoğunlukları belirlenmiştir. Yoğunluğun belirlenmesi için öncelikle numuneler 20 ± 2 °C sıcaklıkta 24 saat aralıklarla yapılan ölçümler sonucunda kütle değişimi % 0,2’den daha az hale gelinceye kadar batırılmış ve numuneler deneyden önce 72 saat süreyle su içinde tutularak suya doymun hale gelmeleri sağlanmıştır. Bu işlemde sonra sudan çıkartılan numunelerin yüzeylerindeki su silinerek temizlenmiş ve bu haliyle ağırlıkları tartılmıştır. Numunelerin hacminin ölçülebilmesi için su ile yer değiştirme metodunda faydalanılmıştır. Numunelerin su içindeki kütleleri ölçüldükten sonra aynı numuneler 105 ± 2 °C sıcaklıkta etüve konularak kütle değişiminin 24 saatlik ölçümler sonucunda % 0,2’den daha az hale gelinceye kadar etüvede tutulmuştur. Numunelerin hacmi ve birim hacim ağırlıkları aşağıdaki bağıntılar ile hesaplanmıştır.

$$V = \frac{m_a - [(m_{st} + m_w) - m_{st}]}{\rho_w} \quad (4.7)$$

V: Numunenin hacmi, m³,

m_a: Numunenin havadaki kütlesi, kg,

m_{st}: Kefe'nin su içindeki görünür kütlesi, kg,

m_w: Numunenin su içindeki görünür kütlesi,

ρ_w: Suyun 998 kg/m³ olarak kabul edilen, 20 °C sıcaklıktaki yoğunluğu.

$$D = \frac{m}{V} \quad (4.8)$$

D: Numunenin birim hacim kütlesi, kg/m³,

m: Numunenin deney esnasındaki durumuna bağlı kütlesi, kg,

ifade etmektedir.

4.2.5.2. Yarmada Çekme Dayanımı Deneyi

Sertleşmiş beton numunelerinde yarmada çekme dayanımı deneyi TS EN 12390-6 “Beton - sertleşmiş beton deneyleri - bölüm 6: Deney numunelerinin yarmada çekme dayanımının tayini” standardına uygun olarak yapılmıştır. Yarmada çekme dayanımı hesabında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$f_{ct} = \frac{2F}{\pi.l.d} \quad (4.9)$$

f_{ct}: Yarmada çekme dayanımı, MPa (N/mm²),

F: Numunenin yarıldığı anda ölçülen en büyük yük, N,

l: Numunenin yükleme parçasına temas çizgisi uzunluğu, mm,

d: Numunenin seçilen en kesit boyutu, mm,

ifade etmektedir.

4.2.5.3. Ultrases Geçiş Hızı Deneyi

Sertleşmiş beton numuneleri üzerinde tahribatlı deneyler yapılmadan önce ASTM C 597 “Ultrases geçiş hızı deneyi (Standard Test Method for Pulse Velocity through Concrete)”

standardına uygun olarak ultrases hız ölçüm tekniği uygulanmıştır. Ultrases metodunda numunelerin hem doymuş kuru yüzey hem de etüv kurusu durumları için ölçümler yapılmıştır. Her bir beton yaş grubu (7, 14 ve 28 günlük) için 6'şar numune olmak üzere bir agrega ocağı için toplam $3 \times 6 = 18$ numune kullanılmıştır. Bu 18 numune üzerinde 7, 14 ve 28 gün için yaş ve kuru durumlarına göre de ikişer ölçüm yapılmış olup toplam 90 numune üzerinde 360 adet ölçüm yapılmıştır.

4.2.5.4. Schmidt Test Çekici İle Yüzey Sertliği Deneyi

Üretilen sertleşmiş beton yüzeylerinin sertlik değerleri hakkında bilgi edinebilmek amacıyla TS 3260 “Beton yüzey sertliği yolu ile yaklaşık beton dayanımının tayini kuralı” standardına uygun olarak Schmidt test çekici deneyleri yapılmıştır. Bu deney için numuneler yaş ve kuru halde iken Schmidt test çekici yapılmış olup her agrega ocağı için 6 numune seçilmiş ve bu 6 numunenin de her birinin 4 yüzeyine 4'er vuruş yapılmıştır. Sonuç olarak bir agrega ocağından elde edilen agrega ile üretilen sertleşmiş beton için toplam $6 \times 4 \times 4 \times 2 = 192$ adet Schmidt test çekici ölçümü yapılmıştır. Toplam agrega ocağı 5 ve beton yaşı da 7, 14 ve 28 olduğu için toplam $960 \times 3 = 2880$ ölçüm yapılmıştır.

4.2.5.5. Basınç Dayanımı Deneyi

Betonun basınç dayanımı 7, 14, ve 28. günlerde belirlenmiştir. Deney TS EN 12390-3 “Beton – sertleşmiş beton deneyleri - bölüm 3: Deney numunelerinde basınç dayanımının tayini” standardında belirtilen esaslara uygun olacak şekilde basınç dayanımı deneyi yapılmıştır.

5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

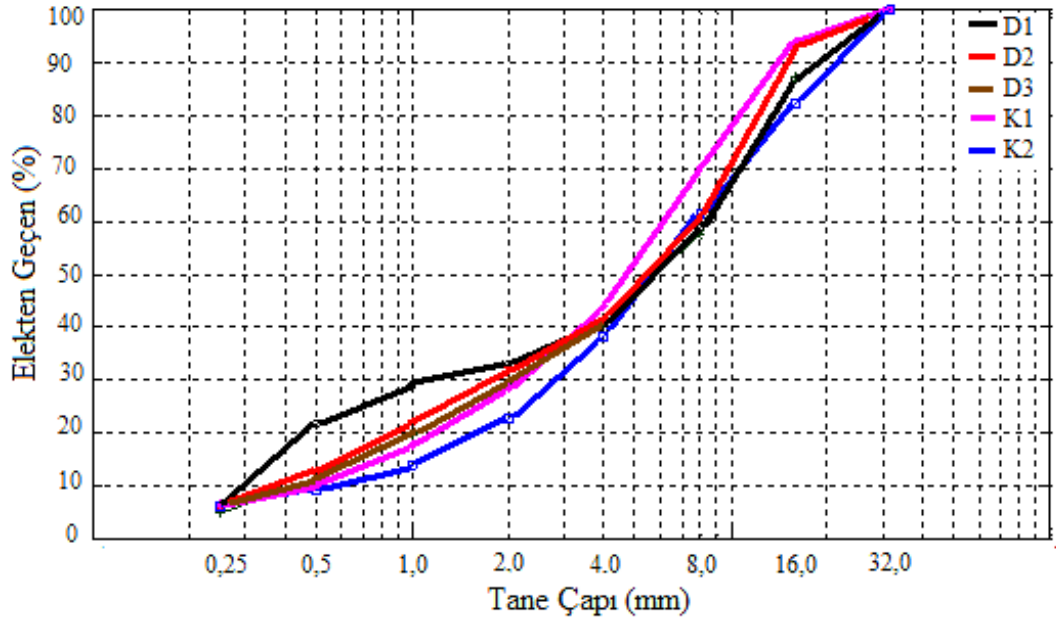
5.1. AGREGA DENEY SONUÇLARI

5.1.1. Tane Dağılımı

TS 3530 EN 933–1 standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilen agrega tane dağılım deneyi sonuçları Çizelge 5.1’de verilmiştir. Ayrıca agregalara ait tane dağılım eğrileri Şekil 5.1’de görülmektedir.

Çizelge5.1: Elek analizi verileri

Elek Göz Açıklığı (mm)	D1		D2		D3		K1		K2		TSE Alt Sınır	TSE Üst Sınır
	Elekte Kalan (%)	Elekten Geçen (%)	Elekte Kalan (%)	Elekten Geçen (%)	Elekte Kalan (%)	Elekten Geçen (%)	Elekte Kalan (%)	Elekten Geçen (%)	Elekte Kalan (%)	Elekten Geçen (%)	Elekten Geçen (%)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	100,00	100,00
16	13,19	86,81	7,30	92,70	12,82	87,18	6,20	93,80	17,80	82,20	62,00	89,00
8	41,24	58,76	39,18	60,82	42,48	57,52	29,94	70,06	38,78	61,22	38,00	77,00
4	60,21	39,79	58,88	41,12	59,12	40,88	55,94	44,06	61,80	38,20	23,00	65,00
2	66,94	33,06	68,14	31,86	70,68	29,32	71,36	28,64	77,36	22,64	14,00	53,00
1	71,05	28,95	77,98	22,02	80,52	19,48	82,22	17,78	86,04	13,96	8,00	42,00
0,5	78,34	21,66	87,20	12,80	88,68	11,32	89,86	10,14	90,90	9,10	5,00	28,00
0,25	93,78	6,22	93,98	6,02	95,12	4,88	93,30	6,70	93,86	6,14	2,00	15,00
Tava	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00		
Toplam Elekte Kalan (%)	524,75		532,66		549,42		528,82		566,54			



Şekil 5.1: Çalışmada kullanılan agregalara ait granülometri eğrileri

Çalışmada kullanılan agregalarının elek analizi sonuçları standartta tavsiye edilen alt ve üst sınırların arasında çıkmıştır.

Ayrıca her bir agreganın için incelik modülü hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2: Agreganın incelik modülü

Agrega Ocakları	D1	D2	D3	K1	K2
İncelik Modülü	5,24	5,32	5,49	5,28	5,66

Agregalarının incelik modüllerinin birbirine yakın olduğu, D1 agregası 5,23 ile en küçük değeri alırken K2 agregasının 5,66 ile en büyük incelik modülüne sahip olduğu görülmektedir.

5.1.2. Gevşek ve Sıkışık Birim Ağırlık

Agreganın gevşek ve sıkışık durumda iken işgal edebileceği hacmin belirlenmesi amacıyla TS 3529’a uygun olarak deneyler yapılmıştır. Agreganın numunelerinin gevşek birim ağırlık deneyinden elde edilen veriler Çizelge 5.3’te verilmiştir. Gevşek birim ağırlık değerlerine

ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.4’te verilmiştir. Ayrıca ortalama gevşek birim ağırlık değerlerine ait grafik Şekil 5.2’de görülmektedir. Gevşek birim ağırlıklarla ilgili istatistiksel analizlerin yapılabilmesi için tane çapı 0-5 mm agregalar için sırasıyla D1, D2, D3, K1 ve K2 ocakları için 1-4-7-10 ve 13, 5-12 mm tane çapı için 2-5-8-11 ve 14 ve 12-22 mm tane çapı için de 3-6-9-12 ve 15 kod rakamları kullanılmıştır.

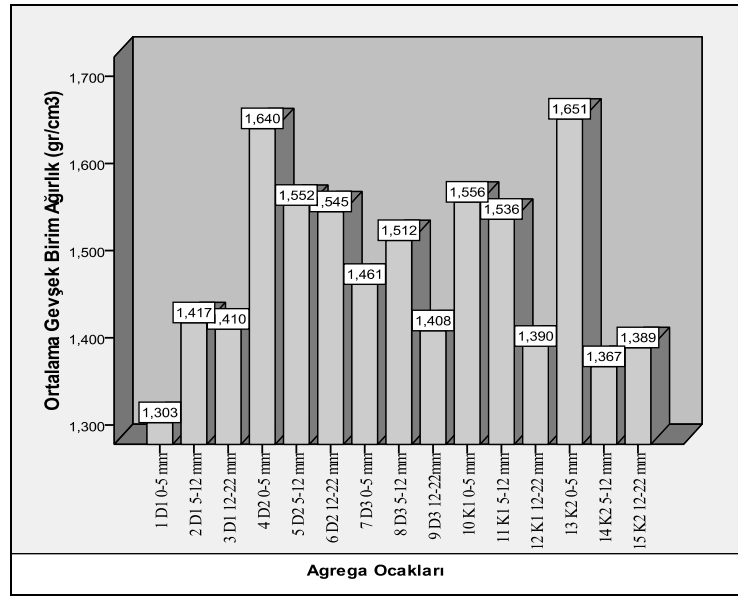
Çizelge 5.3: Agregada gevşek birim ağırlık verileri (gr/cm³)

Tane Çapı (mm)	D1	D2	D3	K1	K2
0-5	1,302	1,639	1,461	1,554	1,650
	1,303	1,640	1,461	1,556	1,651
	1,303	1,641	1,462	1,557	1,652
5-12	1,417	1,551	1,510	1,535	1,366
	1,417	1,552	1,512	1,536	1,367
	1,418	1,553	1,513	1,537	1,368
12-22	1,409	1,544	1,407	1,390	1,387
	1,410	1,545	1,408	1,390	1,389
	1,411	1,545	1,409	1,391	1,390

Çizelge 5. 4: Gevşek birim ağırlık verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Agrega Grupları	N	Ortalama Gevşek Birim Ağırlık (gr/cm ³)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
1 (D1 0-5 mm)	3	1,30267	0,000577	0,000333	1,30123	1,30410	1,302	1,303
2 (D1 5-12 mm)	3	1,41733	0,000577	0,000333	1,41590	1,41877	1,417	1,418
3 (D1 12-22 mm)	3	1,41000	0,001000	0,000577	1,40752	1,41248	1,409	1,411
4 (D2 0-5 mm)	3	1,64000	0,001000	0,000577	1,63752	1,64248	1,639	1,641
5 (D2 5-12 mm)	3	1,55200	0,001000	0,000577	1,54952	1,55448	1,551	1,553
6 (D2 12-22 mm)	3	1,54467	0,000577	0,000333	1,54323	1,54610	1,544	1,545
7 (D3 0-5 mm)	3	1,46133	0,000577	0,000333	1,45990	1,46277	1,461	1,462
8 (D3 5-12 mm)	3	1,51167	0,001528	0,000882	1,50787	1,51546	1,510	1,513
9 (D3 12-22 mm)	3	1,40800	0,001000	0,000577	1,40552	1,41048	1,407	1,409

10 (K1 0-5 mm)	3	1,55567	0,001528	0,000882	1,55187	1,55946	1,554	1,557
11 (K1 5-12 mm)	3	1,53600	0,001000	0,000577	1,53352	1,53848	1,535	1,537
12 (K1 12-22 mm)	3	1,39033	0,000577	0,000333	1,38890	1,39177	1,390	1,391
13 (K2 0-5 mm)	3	1,65100	0,001000	0,000577	1,64852	1,65348	1,650	1,652
14 (K2 5-12 mm)	3	1,36700	0,001000	0,000577	1,36452	1,36948	1,366	1,368
15 (K2 12-22 mm)	3	1,38867	0,001528	0,000882	1,38487	1,39246	1,387	1,390



Şekil 5.2: Gruplar bazında gevşek birim ağırlıkların ortalamaları

Beş farklı agrega ocağından temin edilen agregaların karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.5'te verilmiştir.

Çizelge 5.5: Gevşek birim ağırlık verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	0,446	14	0,032	30520,325	0,000
Grup içi	0,000	30	0,000		
Toplam	0,446	44			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregalarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6: Gevşek birim ağırlık değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	3	1,302													
14	3		1,367												
15	3			1,388											
12	3			1,390											
9	3				1,408										
3	3					1,410									
2	3						1,417								
7	3							1,461							
8	3								1,511						
11	3									1,536					
6	3										1,544				
5	3											1,552			
10	3												1,555		
4	3													1,640	
13	3														1,651

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ D1 agregasının $1,302 \text{ gr/cm}^3$ ile 0–5 mm çapındaki agregalar için en az gevşek birim ağırlığa sahip olduğu,
- ✓ K2 agregasının $1,651 \text{ gr/cm}^3$ ile 0-5 mm çapındaki agregalar için en büyük gevşek birim ağırlığa sahip olduğu,
- ✓ 0-5 mm için en büyük gevşek birim hacim ağırlığının en küçük gevşek birim ağırlığa oranının % 26,8 olduğu,

- ✓ 5-12 mm çapındaki agregalarda en az gevşek birim ağırlığın 1,367 gr/cm³ ile K2 ocağında,
- ✓ 5-12 mm çapındaki agregalarda en yüksek gevşek birim ağırlığın ise 1,552 gr/cm³ ile D2 ocağında olduğu,
- ✓ 5-12 mm için en buyuk gevşek birim ağırlığın en kucuk gevşek birim ağırlığa oranının % 13,53 olduğu
- ✓ 12-22 mm çapındaki agregalarda en az gevşek birim ağırlığın 1,388 gr/cm³ ile K2 ocağında,
- ✓ 12-22 mm çapındaki agregalarda en yüksek gevşek birim ağırlığın ise 1,544 gr/cm³ ile D2 ocağında olduğu,
- ✓ 12-22 mm için en buyuk gevşek birim ağırlığın en kucuk gevşek birim ağırlığa oranının % 11,23 olduğu
- ✓ Doğal agrega ocaklarında en az gevşek birim ağırlığın 1,302 gr/cm³ ile D1 ocağında, en yüksek gevşek birim ağırlığın ise 1,64 gr/cm³ ile D2 ocağında olduğu,
- ✓ Kırma taş agrega ocaklarında en az gevşek birim ağırlığın 1,388 gr/cm³ ile 12-22 mm çapındaki agregalarda ve K2 ocağında olduğu, en yüksek gevşek birim ağırlığın ise 1,651 gr/cm³ ile 0-5mm çapındaki agregalarda ve K2 ocağında olduğu, gorlmuştur.

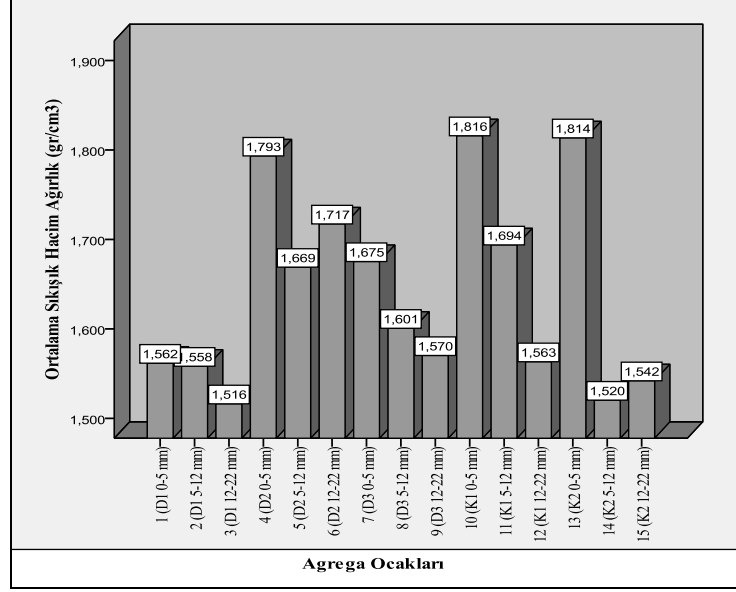
Agrega numunelerinin sıkışık birim ağırlık deneyinden elde edilen veriler izelge 5.7'de verilmiştir. Sıkışık birim ağırlık değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler izelge 5.8'de verilmiştir. Ayrıca ortalama sıkışık birim ağırlık değerlerine ait grafik Şekil 5.3'te gorlmektedir. Sıkışık birim ağırlıklarla ilgili istatistiksel analizlerin yapılabilmesi için tane çapı 0-5 mm agregalar için sırasıyla D1, D2, D3, K1 ve K2 ocakları için 1-4-7-10 ve 13, 5-12 mm tane çapı için 2-5-8-11 ve 14 ve 12-22 mm tane çapı için de 3-6-9-12 ve 15 kod rakamları kullanılmıştır.

Çizelge5.7: Agrega sıkışık birim ağırlık verileri (gr/cm³)

Tane Çapı (mm)	D1	D2	D3	K1	K2
0-5	1,550	1,792	1,674	1,815	1,812
	1,552	1,793	1,675	1,816	1,814
	1,583	1,795	1,677	1,817	1,815
5-12	1,558	1,668	1,599	1,693	1,519
	1,558	1,669	1,601	1,694	1,520
	1,559	1,670	1,602	1,695	1,522
12-22	1,516	1,716	1,569	1,563	1,541
	1,516	1,717	1,570	1,563	1,542
	1,517	1,719	1,572	1,564	1,543

Çizelge 5.8: Sıkışık birim ağırlık verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Agrega Grupları	N	Ortalama Sıkışık Birim Ağırlık (gr/cm ³)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
1 (D1 0-5 mm)	3	1,561	0,018502	0,010682	1,51570	1,60763	1,550	1,583
2 (D1 5-12 mm)	3	1,558	0,000577	0,000333	1,55690	1,55977	1,558	1,559
3 (D1 12-22 mm)	3	1,516	0,000577	0,000333	1,51490	1,51777	1,516	1,517
4 (D2 0-5 mm)	3	1,793	0,001528	0,000882	1,78954	1,79713	1,792	1,795
5 (D2 5-12 mm)	3	1,669	0,001000	0,000577	1,66652	1,67148	1,668	1,670
6 (D2 12-22 mm)	3	1,717	0,001528	0,000882	1,71354	1,72113	1,716	1,719
7 (D3 0-5 mm)	3	1,675	0,001528	0,000882	1,67154	1,67913	1,674	1,677
8 (D3 5-12 mm)	3	1,600	0,001528	0,000882	1,59687	1,60446	1,599	1,602
9 (D3 12-22 mm)	3	1,570	0,001528	0,000882	1,56654	1,57413	1,569	1,572
10 (K1 0-5 mm)	3	1,816	0,001000	0,000577	1,81352	1,81848	1,815	1,817
11 (K1 5-12 mm)	3	1,694	0,001000	0,000577	1,69152	1,69648	1,693	1,695
12 (K1 12-22 mm)	3	1,563	0,000577	0,000333	1,56190	1,56477	1,563	1,564
13 (K2 0-5 mm)	3	1,813	0,001528	0,000882	1,80987	1,81746	1,812	1,815
14 (K2 5-12 mm)	3	1,520	0,001528	0,000882	1,51654	1,52413	1,519	1,522
15 (K2 12-22 mm)	3	1,542	0,001000	0,000577	1,53952	1,54448	1,541	1,543



Şekil 5.3: Gruplar bazında agregaların sıkışık birim ağırlıklarının ortalamaları

Beş farklı agrega ocağından temin edilen agregaların karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.9’da verilmiştir.

Çizelge 5.9: Sıkışık birim ağırlık verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi ($P \leq 0,05$)
Gruplar arası	0,480	14	0,034	1413,509	0,000
Grup içi	0,001	30	0,000		
Toplam	0,481	44			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agrega ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.10’da verilmiştir.

Çizelge 5.10: Sıkışık ağırlık verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	3	1,516									
14	3	1,520									
15	3		1,542								
2	3			1,558							
1	3			1,562							
12	3			1,563	1,563						
9	3				1,570						
8	3					1,601					
5	3						1,669				
7	3						1,675				
11	3							1,694			
6	3								1,717		
4	3									1,793	
13	3										1,814
10	3										1,816

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ D1 agregasının $1,516 \text{ gr/cm}^3$ ile 12-22 mm çapındaki agregaya için en az sıkışık birim ağırlığa sahip olduğu,
- ✓ K1 agregasının $1,816 \text{ gr/cm}^3$ ile 0-5 mm çapındaki agregaya için en büyük sıkışık birim ağırlığa sahip olduğu,
- ✓ 0-5 mm için en büyük sıkışık birim hacim ağırlığının en küçük sıkışık birim ağırlığa oranının % 19,78 olduğu,
- ✓ 5-12 mm çapındaki agregalarda en az sıkışık birim ağırlığının $1,52 \text{ gr/cm}^3$ ile K2 ocağında,
- ✓ 5-12 mm çapındaki agregalarda en yüksek sıkışık birim ağırlığının ise $1,694 \text{ gr/cm}^3$ ile K1 ocağında olduğu,
- ✓ 5-12 mm için en büyük sıkışık birim hacim ağırlığının en küçük sıkışık birim ağırlığa oranının % 11,44 olduğu

- ✓ 12–22 mm çapındaki agregalarda en az sıkışık birim ağırlığın 1,516 gr/cm³ ile D1 ocağında,
- ✓ 12–22 mm çapındaki agregalarda en yüksek sıkışık birim ağırlığın ise 1,717 gr/cm³ ile D2 ocağında olduğu,
- ✓ 12–22 mm için en büyük sıkışık birim hacim ağırlığın en küçük sıkışık birim ağırlığa oranının % 17,21 olduğu
- ✓ Doğal agrega ocaklarında en az sıkışık birim ağırlığın 1,516 gr/cm³ ile 12–22 mm çapındaki agregalarda ve D1 ocağında, en yüksek sıkışık birim ağırlığın ise 1,793 gr/cm³ ile 0–5 mm çapındaki agregalarda ve D2 ocağında olduğu,
- ✓ Kırma taş agrega ocaklarında en az sıkışık birim ağırlığın 1,520 gr/cm³ ile 12–22 mm çapındaki agregalarda ve K2 ocağında olduğu, en yüksek sıkışık birim ağırlığın ise 1,816 gr/cm³ ile 0–5 mm çapındaki agregalarda ve K1 ocağında olduğu görülmüştür.

5.1.3. Organik Madde Miktarı

Bu deney, agrega içinde betona zararlı olabilecek organik madde miktarını tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Agregada numunelerinin organik madde miktarı sonuçları Çizelge 5.11’de verilmiştir.

Çizelge 5.11: Agregada organik madde miktarı sonuçları

Tane Çapı (mm)	D1	D2	D3	K1	K2
0–5	Çok Açık Sarı	Renksiz	Renksiz	Renksiz	Çok Açık Sarı
	Çok Açık Sarı	Renksiz	Renksiz	Renksiz	Çok Açık Sarı
	Çok Açık Sarı	Renksiz	Renksiz	Renksiz	Çok Açık Sarı
5–8	Çok Açık Sarı	Renksiz	Renksiz	Renksiz	Renksiz
	Çok Açık Sarı	Renksiz	Renksiz	Renksiz	Renksiz
	Çok Açık Sarı	Renksiz	Renksiz	Renksiz	Renksiz

Çalışmada kullanılan D1, D2, D3, K1, K2 agregalarının organik madde açısından TS EN 1744-1 standardında belirtilen sınırlar arasında olduğu belirlenmiştir. Ancak D1 ve K2 agregalarında diğer ocaklardan elde edilen agregalara göre daha fazla organik madde bulunduğu görülmüştür.

5.1.4. İnce Madde Oranı

Agrega numunelerinde TS 3527 Beton Agregalarında İnce Madde Oranı deney metoduna göre tespit edilen ince maddelerin verileri Çizelge 5.12’de verilmiştir. İnce madde değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.13’te verilmiştir. Ayrıca ortalama ince madde değerlerine ait grafik Şekil 5.4.’de görülmektedir. İnce madde oranı ile ilgili istatistiksel analizlerin yapılabilmesi için tane çapı 0-5 mm agregalar için sırasıyla D1, D2, D3, K1 ve K2 ocakları için 1-4-7-10 ve 13, 5-12 mm tane çapı için 2-5-8-11 ve 14 ve 12-22 mm tane çapı için de 3-6-9-12 ve 15 kod rakamları kullanılmıştır.

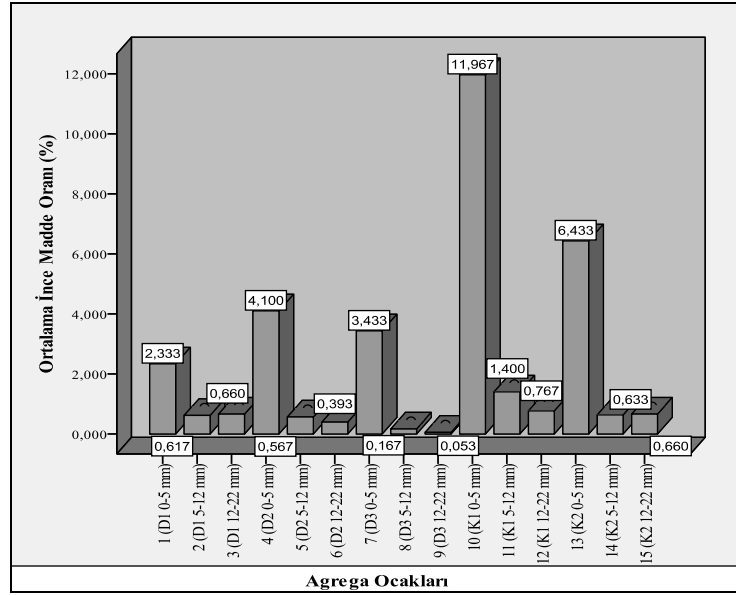
Çizelge 5.12: Agrega ince madde oranları

Tane Çapı (mm)	İnce Madde Oranı (%)				
	D1	D2	D3	K1	K2
0-5	2,40	3,80	3,80	12,30	6,60
	2,40	2,90	3,60	12,00	6,40
	2,20	5,60	2,90	11,60	6,30
5-12	0,70	0,90	0,30	1,80	0,90
	0,60	0,50	0,10	1,40	0,70
	0,55	0,30	0,10	1,00	0,30
12-22	0,90	0,50	0,08	1,08	0,76
	0,58	0,38	0,04	0,70	0,70
	0,50	0,30	0,04	0,52	0,52

Çizelge 5.13: Agregalarda ince madde oranları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Agrega Grupları	N	Ortalama İnce Madde Oranı (%)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
1 (D1 0-5 mm)	3	2,3333	0,11547	0,06667	2,0465	2,6202	2,20	2,40
2 (D1 5-12 mm)	3	4,1000	1,37477	0,79373	0,6849	7,5151	2,90	5,60
3 (D1 12-22 mm)	3	3,4333	0,47258	0,27285	2,2594	4,6073	2,90	3,80
4 (D2 0-5 mm)	3	11,9667	0,35119	0,20276	11,0943	12,8391	11,60	12,30
5 (D2 5-12 mm)	3	6,4333	0,15275	0,08819	6,0539	6,8128	6,30	6,60
6 (D2 12-22 mm)	3	0,6167	0,07638	0,04410	0,4269	0,8064	0,55	0,70

7 (D3 0-5 mm)	3	0,5667	0,30551	0,17638	-0,1922	1,3256	0,30	0,90
8 (D3 5-12 mm)	3	0,1667	0,11547	0,06667	-0,1202	0,4535	0,10	0,30
9 (D3 12-22 mm)	3	1,4000	0,40000	0,23094	0,4063	2,3937	1,00	1,80
10 (K1 0-5 mm)	3	0,6333	0,30551	0,17638	-0,1256	1,3922	0,30	0,90
11 (K1 5-12 mm)	3	0,6600	0,21166	0,12220	0,1342	1,1858	0,50	0,90
12 (K1 12-22 mm)	3	0,3933	0,10066	0,05812	0,1433	0,6434	0,30	0,50
13 (K2 0-5 mm)	3	0,0533	0,02309	0,01333	-0,0040	0,1107	0,04	0,08
14 (K2 5-12 mm)	3	0,7667	0,28589	0,16506	0,0565	1,4769	0,52	1,08
15 (K2 12-22 mm)	3	0,6600	0,12490	0,07211	0,3497	0,9703	0,52	0,76



Şekil 5.4: Gruplar bazında ince madde oranları (%)

Beş farklı agrega ocağından temin edilen agregaların karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.14'te verilmiştir.

Çizelge 5.14: Agregalarda ince madde oranları verilerine ait Varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P<0,05)
Gruplar arası	436,314	14	31,165	167,437	0,000
Grup içi	5,584	30	0,186		
Toplam	441,898	44			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agrega ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.15’de verilmiştir.

Çizelge 5.15: Agregalarda ince madde oranları verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)					
		1	2	3	4	5	6
9	3	0,053					
8	3	0,166					
6	3	0,393					
5	3	0,567					
2	3	0,617	0,617				
14	3	0,633	0,633				
3	3	0,660	0,660				
15	3	0,660	0,660				
12	3	0,767	0,767				
11	3		1,400				
1	3			2,333			
7	3				3,433		
4	3				4,100		
13	3					6,433	
10	3						11,967

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ D3 agregasının % 0,0533 ile 12–22 mm çapındaki agrega için en az ince madde oranına sahip olduğu,
- ✓ K1 agregasının % 11,966 ile 0–5 mm çapındaki agrega için en büyük ince madde oranına sahip olduğu,
- ✓ 0-5 mm için en büyük ince madde oranının % 11,966 ile K1 ocağında,
- ✓ 0-5 mm için en küçük ince madde oranının % 2,333 ile D1 ocağında olduğu,

- ✓ 0-5 mm için en büyük ince madde oranının en küçük ince madde oranına bölümünün % 512,9 olduğu,
- ✓ 5-12 mm çapındaki agregalarda en az ince madde oranının % 0,166 ile D3 ocağı olduğu,
- ✓ 5-12 mm çapındaki agregalarda en yüksek ince madde oranının ise % 1,40 ile K1 ocağı olduğu,
- ✓ 5-12 mm için en büyük ince madde oranının en küçük ince madde oranına bölümünün % 843 olduğu,
- ✓ 12-22 mm çapındaki agregalarda en az ince madde oranının % 0,0533 ile D3 ocağında olduğu,
- ✓ 12-22 mm çapındaki agregalarda en yüksek ince madde oranının ise % 0,766 ile K1 ocağında olduğu,
- ✓ 12-22 mm için en büyük ince madde oranının en küçük ince madde oranına bölümünün % 14,37 olduğu
- ✓ Doğal agrega ocaklarında en az ince madde oranının % 0,0533 ile D3 ocağında olduğu, en yüksek ince madde oranının ise % 4,1 ile 0-5 mm çapındaki agregalar için D2 ocağında olduğu,
- ✓ Kırma taş agregası ocaklarında en az ince madde oranını % 1,520 ile 12-22 mm çapındaki agregalarda ve K2 ocağında olduğu, en yüksek ince madde oranının % 11,966 ile 0-5 mm çapındaki agregalarda ve K1 ocağında olduğu görülmüştür.

5.1.5. Yüzey Nemi Oranı

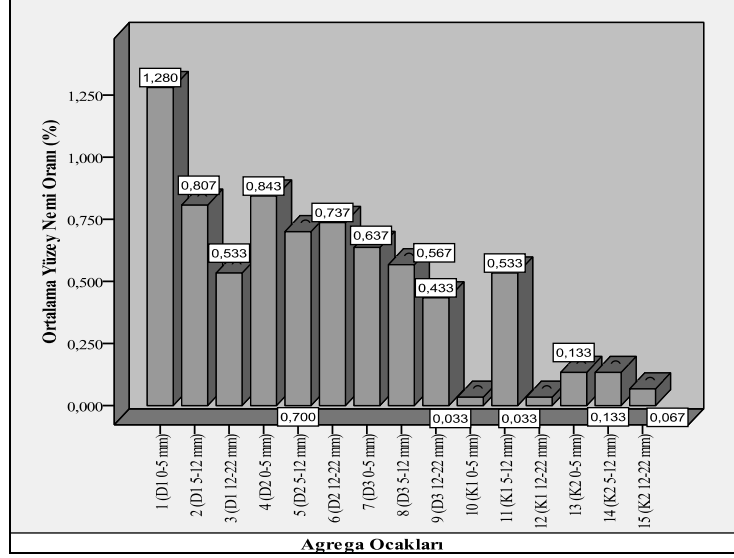
Çalışmada beş farklı ocaktan alınan agregaların laboratuvarında yüzey nemi oranı belirlenerek sonuçları Çizelge 5.16'da gösterilmiştir. Yüzey nemi oranı değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.17'de verilmiştir. Ayrıca ortalama yüzey nemi oranı değerlerine ait grafik Şekil 5.5'de görülmektedir. Yüzey nemi oranı değerleri ile ilgili istatistiksel analizlerin yapılabilmesi için tane çapı 0-5 mm agregalar için sırasıyla D1, D2, D3, K1 ve K2 ocakları için 1-4-7-10 ve 13, 5-12 mm tane çapı için 2-5-8-11 ve 14 ve 12-22 mm tane çapı için de 3-6-9-12 ve 15 kod rakamları kullanılmıştır.

Çizelge5.16: Agregaya yüzey nemi oranı verileri

Tane Çapı (mm)	Agrega Yüzey Nemi Oranı (%)				
	D1	D2	D3	K1	K2
0-5	1,21	0,81	0,91	0,00	0,20
	1,21	0,81	0,60	0,10	0,10
	1,42	0,91	0,40	0,00	0,10
5-12	0,91	0,70	0,60	0,50	0,10
	0,70	0,70	0,50	0,60	0,20
	0,81	0,70	0,60	0,50	0,10
12-22	0,50	0,70	0,40	0,10	0,10
	0,70	0,81	0,50	0,00	0,10
	0,40	0,70	0,40	0,00	0,00

Çizelge 5.17: Agregalarda yüzey nemi oranı verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Agrega Grupları	N	Ortalama Yüzey Nemi Oranı (%)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
1 (D1 0-5 mm)	3	1,2800	0,12124	0,07000	0,9788	1,5812	1,21	1,42
2 (D1 5-12 mm)	3	0,8067	0,10504	0,06064	0,5457	1,0676	0,70	0,91
3 (D1 12-22 mm)	3	0,5333	0,15275	0,08819	0,1539	0,9128	0,40	0,70
4 (D2 0-5 mm)	3	0,8433	0,05774	0,03333	0,6999	0,9868	0,81	0,91
5 (D2 5-12 mm)	3	0,7000	0,00000	0,00000	0,7000	0,7000	0,70	0,70
6 (D2 12-22 mm)	3	0,7367	0,06351	0,03667	0,5789	0,8944	0,70	0,81
7 (D3 0-5 mm)	3	0,6367	0,25697	0,14836	-0,0017	1,2750	0,40	0,91
8 (D3 5-12 mm)	3	0,5667	0,05774	0,03333	0,4232	0,7101	0,50	0,60
9 (D3 12-22 mm)	3	0,4333	0,05774	0,03333	0,2899	0,5768	0,40	0,50
10 (K1 0-5 mm)	3	0,0333	0,05774	0,03333	-0,1101	0,1768	0,00	0,10
11 (K1 5-12 mm)	3	0,5333	0,05774	0,03333	0,3899	0,6768	0,50	0,60
12 (K1 12-22 mm)	3	0,0333	0,05774	0,03333	-0,1101	0,1768	0,00	0,10
13 (K2 0-5 mm)	3	0,1333	0,05774	0,03333	-0,0101	0,2768	0,10	0,20
14 (K2 5-12 mm)	3	0,1333	0,05774	0,03333	-0,0101	0,2768	0,10	0,20
15 (K2 12-22 mm)	3	0,0667	0,05774	0,03333	-0,0768	0,2101	0,00	0,10



Şekil 5.5: Gruplar bazında agrega yüzeysel nemi oranı ortalamaları

Beş farklı agrega ocağından temin edilen agregaların karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.18’de verilmiştir.

Çizelge 5.18: Agregalarda yüzeysel nemi oranı verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	5,515	14	0,394	39,621	0,000
Grup içi	0,298	30	0,010		
Toplam	5,813	44			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agrega ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.6’da verilmiştir.

Çizelge 5.19: Agregalarda yüzey nemi oranı verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)						
		1	2	3	4	5	6	7
10	3	0,033						
12	3	0,033						
15	3	0,067						
13	3	0,133						
14	3	0,133						
9	3		0,433					
3	3		0,533	0,533				
11	3		0,533	0,533				
8	3		0,567	0,567	0,567			
7	3			0,637	0,637	0,637		
5	3			0,700	0,700	0,700	0,700	
6	3				0,737	0,737	0,737	
2	3					0,807	0,807	
4	3						0,843	
1	3							1,280

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K1 agregasının % 0,033 ile 0-5 mm çapındaki agregaya için en az neme sahip olduğu,
- ✓ D1 agregasının % 1,28 ile 0-5 mm çapındaki agregaya için en büyük neme sahip olduğu,
- ✓ 0-5 mm için en büyük yüzey nemi oranının % 1,28 ile D1 ocağında olduğu,
- ✓ 0-5 mm için en küçük yüzey nemi oranının ise % 0,033 ile K1 ocağında olduğu,
- ✓ 0-5 mm için en büyük ince madde oranının en küçük ince madde oranı % 38,78 olduğu,
- ✓ 5-12 mm çapındaki agregalarda en az yüzey nemi oranının % 0,133 ile K2 ocağı olduğu,
- ✓ 5-12 mm çapındaki agregalarda en yüksek nemin ise % 0,806 ile D1 ocağı olduğu,
- ✓ 5-12 mm için en büyük yüzey nemi oranının en küçük neme oranı % 6,06 olduğu,
- ✓ 12-22 mm çapındaki agregalarda en az nemin % 0,033 ile K1 ocağında olduğu,
- ✓ 12-22 mm çapındaki agregalarda en yüksek nemin ise % 0,736 ile D2 ocağında olduğu,
- ✓ 12-22 mm için en yüksek yüzey nemi oranının en küçük neme oranını % 22,30 olduğu,

- ✓ Doğal agregal ocaklarında en az nemin % 0,433 ile 12-22 mm çapındaki agregalarda ve D3 ocağında olduğu, en yüksek nemin % 1,28 ile 0-5 mm çapındaki agregalar için D1 ocağında olduğu,
- ✓ Kırma taş agregal ocaklarında en az nemin % 0,033 ile 0-5 mm çapındaki agregalar için K1 ocağında olduğu, en yüksek nemin ise % 0,533 ile 5-12 mm çapındaki agregalarda ve K1 ocağında olduğu görülmüştür.

5.1.6. Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranı Tayini

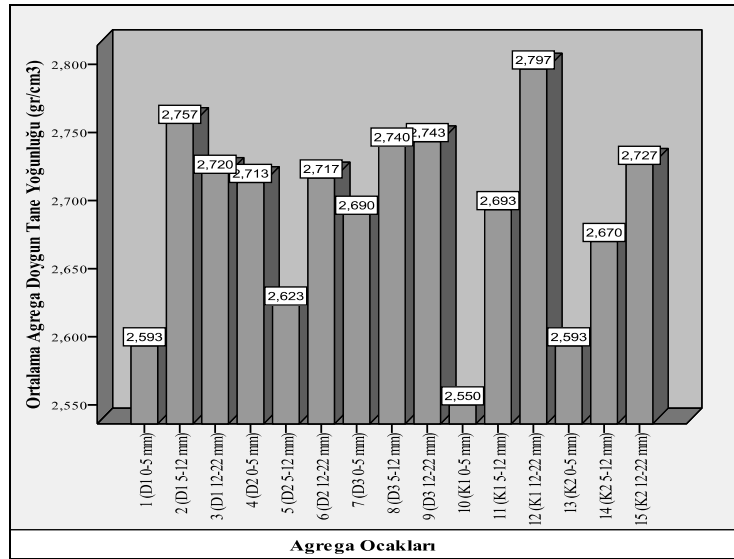
Kullanılan agregaların doymuş tane yoğunlukları ve su emme oranları TS EN 1097-6 deney metoduna göre yapılarak sonuçları Çizelge 5.20’de gösterilmiştir. Doymuş birim ağırlık değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.21’de verilmiştir. Ayrıca ortalama doymuş birim ağırlık değerlerine ait grafik Şekil 5.6’da görülmektedir. Doymuş tane yoğunluğu ile ilgili istatistiksel analizlerin yapılabilmesi için tane çapı 0-5 mm agregalar için sırasıyla D1, D2, D3, K1 ve K2 ocakları için 1-4-7-10 ve 13, 5-12 mm tane çapı için 2-5-8-11 ve 14 ve 12-22 mm tane çapı için de 3-6-9-12 ve 15 kod rakamları kullanılmıştır.

Çizelge5.20: Agregaların doymuş tane yoğunlukları verileri

Tane çapı (mm)	Agrega Tane Yoğunluğu (gr/cm ³)				
	D1	D2	D3	K1	K2
0-5	2,59	2,70	2,63	2,60	2,62
	2,56	2,77	2,70	2,49	2,50
	2,63	2,67	2,74	2,56	2,66
5-12	2,76	2,62	2,71	2,68	2,63
	2,70	2,64	2,73	2,63	2,78
	2,81	2,61	2,78	2,77	2,60
12-22	2,71	2,73	2,72	2,80	2,71
	2,76	2,72	2,73	2,79	2,71
	2,69	2,70	2,78	2,80	2,76

Çizelge 5.21: Agregaların doygun tane yoğunluğu verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Agrega Grupları	N	Ortalama Tane Yoğunluğu (gr/cm ³)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamlar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
1 (D1 0-5 mm)	3	2,5933	0,03512	0,02028	2,5061	2,6806	2,56	2,63
2 (D1 5-12 mm)	3	2,7567	0,05508	0,03180	2,6199	2,8935	2,70	2,81
3 (D1 12-22 mm)	3	2,7200	0,03606	0,02082	2,6304	2,8096	2,69	2,76
4 (D2 0-5 mm)	3	2,7133	0,05132	0,02963	2,5859	2,8408	2,67	2,77
5 (D2 5-12 mm)	3	2,6233	0,01528	0,00882	2,5854	2,6613	2,61	2,64
6 (D2 12-22 mm)	3	2,7167	0,01528	0,00882	2,6787	2,7546	2,70	2,73
7 (D3 0-5 mm)	3	2,6900	0,05568	0,03215	2,5517	2,8283	2,63	2,74
8 (D3 5-12 mm)	3	2,7400	0,03606	0,02082	2,6504	2,8296	2,71	2,78
9 (D3 12-22 mm)	3	2,7433	0,03215	0,01856	2,6635	2,8232	2,72	2,78
10 (K1 0-5 mm)	3	2,5500	0,05568	0,03215	2,4117	2,6883	2,49	2,60
11 (K1 5-12 mm)	3	2,6933	0,07095	0,04096	2,5171	2,8696	2,63	2,77
12 (K1 12-22 mm)	3	2,7967	0,00577	0,00333	2,7823	2,8110	2,79	2,80
13 (K2 0-5 mm)	3	2,5933	0,08327	0,04807	2,3865	2,8002	2,50	2,66
14 (K2 5-12 mm)	3	2,6700	0,09644	0,05568	2,4304	2,9096	2,60	2,78
15 (K2 12-22 mm)	3	2,7267	0,02887	0,01667	2,6550	2,7984	2,71	2,76



Şekil 5.6: Gruplar bazında doygun tane yoğunluğu ortalamaları

Beş farklı agrega ocağından temin edilen agregaların karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.22’de verilmiştir.

Çizelge 5.22: Agregaların doymun tane yoğunluğu verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	0,203	14	0,015	5,538	0,000
Grup içi	0,079	30	0,003		
Toplam	0,282	44			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agrega ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.23’te verilmiştir.

Çizelge 5.23: Doymun tane yoğunluğu verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar (P≤0,05)				
		1	2	3	4	5
10	3	2,550				
1	3	2,593	2,593			
13	3	2,593	2,593			
5	3	2,623	2,623	2,623		
14	3		2,670	2,670	2,670	
7	3			2,690	2,690	
11	3			2,693	2,693	
4	3			2,713	2,713	2,713
6	3			2,717	2,717	2,717
3	3			2,720	2,720	2,720
15	3				2,727	2,727
8	3				2,740	2,740
9	3				2,743	2,743
2	3				2,757	2,757
12	3					2,797

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ 0–5 mm tane çapına sahip agregaların ortalama doygun tane yoğunluğunda en küçük değer 2,55 gr/cm³ ile K1 ocağı, en büyük değer ise 2,713 gr/cm³ D2 ocağı olduğu, birbirine oranının ise % 6,39 olduğu görülmüştür.
- ✓ 5–12 mm tane çapına sahip agregaların ortalama doygun tane yoğunluğunda en küçük değer 2,623 gr/cm³ ile D2 ocağı, en büyük değer ise 2,693 gr/cm³ ile K1 ocağı olduğu, birbirine oranının ise % 2,66 olduğu,
- ✓ 12–22 mm tane çapına sahip agregaların ortalama doygun tane yoğunluğunda en küçük değer 2,716 gr/cm³ ile D2 ocağı, en büyük değer ise 2,796 gr/cm³ ile K1 ocağı olduğu, birbirine oranının ise % 2,94 olduğu görülmüştür.

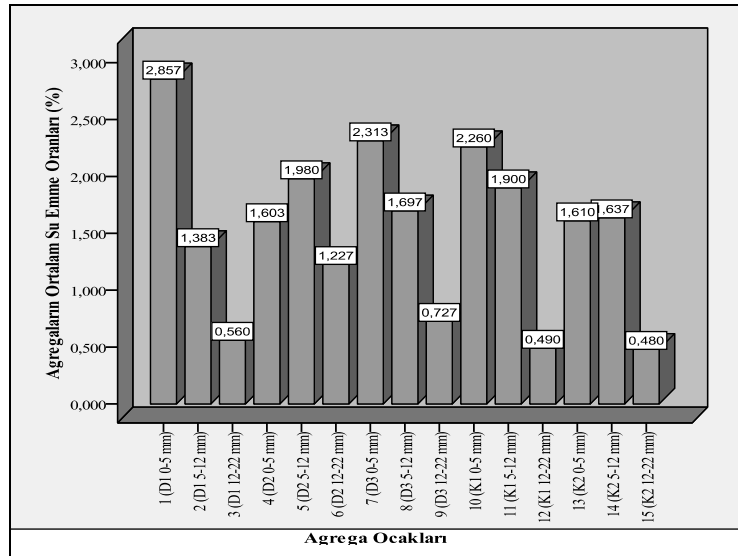
Kullanılan agregaların su emme oranları belirlenerek elde edilen sonuçlar Çizelge 5.24’de gösterilmiştir. Su emme oranlarına ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.25’te verilmiştir. Ayrıca ortalama su emme oranlarına ait grafik Şekil 5.7’de görülmektedir. Su emme oranlarıyla ilgili istatistiksel analizlerin yapılabilmesi için tane çapı 0-5 mm agregalar için sırasıyla D1, D2, D3, K1 ve K2 ocakları için 1-4-7-10 ve 13, 5-12 mm tane çapı için 2-5-8-11 ve 14 ve 12-22 mm tane çapı için de 3-6-9-12 ve 15 kod rakamları kullanılmıştır.

Çizelge5.24.: Agregalarda su emme oranları (%)

Tane Çapı (mm)	Agrega Ocakları				
	D1	D2	D3	K1	K2
0–5	2,96	1,55	2,32	2,35	2,10
	2,72	1,52	3,15	1,92	1,84
	2,89	1,74	1,47	2,51	0,89
5–12	1,03	2,13	2,05	1,66	1,37
	1,94	1,98	2,17	1,88	1,61
	1,18	1,83	0,87	2,16	1,93
12- 22	0,09	2,09	0,42	0,95	0,54
	0,77	0,77	0,90	0,29	0,37
	0,82	0,82	0,86	0,23	0,53

Çizelge5.25: Agregalarda su emme oranları verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Grupları	N	Ortalama Su Emme oranları (%)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamlar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
1 (D1 0-5 mm)	3	2,8567	0,12342	0,07126	2,5501	3,1633	2,72	2,96
2 (D1 5-12 mm)	3	1,3833	0,48789	0,28168	0,1714	2,5953	1,03	1,94
3 (D1 12-22 mm)	3	0,5600	0,40780	0,23544	-0,4530	1,5730	0,09	0,82
4 (D2 0-5 mm)	3	1,6033	0,11930	0,06888	1,3070	1,8997	1,52	1,74
5 (D2 5-12 mm)	3	1,9800	0,15000	0,08660	1,6074	2,3526	1,83	2,13
6 (D2 12-22 mm)	3	1,2267	0,74809	0,43191	-0,6317	3,0850	0,77	2,09
7 (D3 0-5 mm)	3	2,3133	0,84002	0,48499	0,2266	4,4001	1,47	3,15
8 (D3 5-12 mm)	3	1,6967	0,71842	0,41478	-0,0880	3,4813	0,87	2,17
9 (D3 12-22 mm)	3	0,7267	0,26633	0,15377	0,0651	1,3883	0,42	0,90
10 (K1 0-5 mm)	3	2,2600	0,30512	0,17616	1,5020	3,0180	1,92	2,51
11 (K1 5-12 mm)	3	1,9000	0,25060	0,14468	1,2775	2,5225	1,66	2,16
12 (K1 12-22 mm)	3	0,4900	0,39950	0,23065	-0,5024	1,4824	0,23	0,95
13 (K2 0-5 mm)	3	1,6100	0,63695	0,36774	0,0277	3,1923	0,89	2,10
14 (K2 5-12 mm)	3	1,6367	0,28095	0,16221	0,9387	2,3346	1,37	1,93
15 (K2 12-22 mm)	3	0,4800	0,09539	0,05508	0,2430	0,7170	0,37	0,54



Şekil 5.7: Agregaların gruplara göre ortalama su emme oranları

Beş farklı agrega ocağından temin edilen agregaların karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.26’te verilmiştir.

Çizelge5.26: Agregalarda su emme oranları verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi ($P \leq 0,05$)
Gruplar arası	21,532	14	1,538	7,399	0,000
Grup içi	6,236	30	0,208		
Toplam	27,768	44			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agrega ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.27’de verilmiştir.

Çizelge5.27: Agregalarda su emme oranları verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)				
		1	2	3	4	5
15	3	0,480				
12	3	0,490				
3	3	0,560	0,560			
9	3	0,727	0,727			
6	3	1,227	1,227	1,227		
2	3		1,383	1,383		
4	3			1,603	1,603	
13	3			1,610	1,610	
14	3			1,637	1,637	
8	3			1,697	1,697	
11	3			1,900	1,900	
5	3			1,980	1,980	
10	3				2,260	2,260
7	3				2,313	2,313
1	3					2,857

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K2 ocağındaki agregalardan tane çapı 12–22 mm olan agregaların % 0,4 ile en az su emme oranına sahip olduğu,
- ✓ D1 ocağındaki agregalardan tane çapı 0-5 mm olan agregaların % 2,856 ile en çok su emme oranına sahip olduğu,
- ✓ Doğal agregaların içinde en az su emme oranının % 0,56 ile tane çapı 12-22 mm olan agregalarda olduğu,
- ✓ Kırma taş agregalarda en çok su emme oranının ise K1 ocağında % 2,26 ile 0-5 mm tane çapına sahip agregalarda olduğu görülmüştür.

5.1.7. Donma-Çözülme Direnci

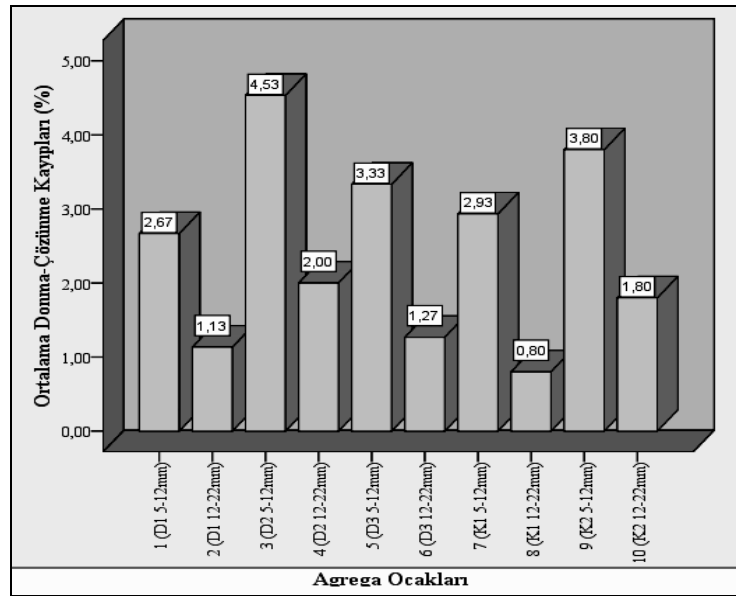
Agreganın donma çözünme direncinin belirlenmesi amacıyla TS EN 1367-1 standardına uygun olarak deneyler yapılmıştır. Agreganın numunelerinin donma çözünme direnci deneyinden elde edilen veriler Çizelge 5.28’te verilmiştir. Donma çözünme direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.29’te verilmiştir. Ayrıca ortalama donma çözünme direnci değerlerine ait grafik Şekil 5.8’de görülmektedir.

Çizelge5.28: Agregaların donma çözünme direnci sonucu ağırlık kaybı oranları (%)

Tane Çapı (mm)	Agrega Ocakları				
	D1	D2	D3	K1	K2
5- 12	3,00	2,60	3,00	3,40	3,80
	2,20	4,60	2,80	2,40	2,80
	2,80	6,40	4,20	3,00	4,80
12–22	0,20	1,60	1,20	0,40	1,00
	1,80	3,60	0,60	1,20	1,80
	1,40	0,80	2,00	0,80	2,60

Çizelge5.29: Agregaların donma çözünme direnci ağırlık kayıpları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Agrega Grupları	N	Ortalama Donma Çözünme Ağ. Kayıpları (%)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
1 (D1 5-12 mm)	3	2,6667	0,41633	0,24037	1,6324	3,7009	2,20	3,00
2 (D1 12-22 mm)	3	1,1333	0,83267	0,48074	-0,9351	3,2018	0,20	1,80
3 (D2 5-12 mm)	3	4,5333	1,90088	1,09747	-0,1887	9,2554	2,60	6,40
4 (D2 12-22 mm)	3	2,0000	1,44222	0,83267	-1,5827	5,5827	0,80	3,60
5 (D3 5-12 mm)	3	3,3333	0,75719	0,43716	1,4524	5,2143	2,80	4,20
6 (D3 12-22 mm)	3	1,2667	0,70238	0,40552	-0,4781	3,0115	0,60	2,00
7 (K1 5-12 mm)	3	2,9333	0,50332	0,29059	1,6830	4,1837	2,40	3,40
8 (K1 12-22 mm)	3	0,8000	0,40000	0,23094	-0,1937	1,7937	0,40	1,20
9 (K2 5-12 mm)	3	3,8000	1,00000	0,57735	1,3159	6,2841	2,80	4,80
10 (K2 12-22 mm)	3	1,8000	0,80000	0,46188	-0,1873	3,7873	1,00	2,60



Şekil 5.8: Agregaların gruplara göre ortalama donma çözünme direnci ağırlık kayıpları

Beş farklı agrega ocağından temin edilen agregaların karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.30'da verilmiştir.

Çizelge5.30: Agregaların donma çözünme direnci ağırlık kayıpları verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	41,099	9	4,567	4,717	0,002
Grup içi	19,360	20	0,968		
Toplam	60,459	29			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agrega ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.31'de verilmiştir.

Çizelge5.31: Agregaların donma çözünme direnci ağırlık kayıpları verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar (P≤0,05)				
		1	2	3	4	5
8	3	0,800				
2	3	1,133	1,133			
6	3	1,267	1,267			
10	3	1,800	1,800	1,800		
4	3	2,000	2,000	2,000	2,000	
1	3	2,667	2,667	2,667	2,667	
7	3		2,933	2,933	2,933	2,933
5	3			3,333	3,333	3,333
9	3				3,800	3,800
3	3					4,533

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K1 ocağındaki agregalardan tane çapı 12-22 mm olan agregaların % 0,8 ile en az donma çözünme ağırlık kaybına uğradığı,
- ✓ D2 ocağındaki agregalardan tane çapı 5-12 mm olan agregaların % 4,533 ile en çok donma çözünme ağırlık kaybına uğradığı,
- ✓ Doğal agregaların içinde en az donma çözünme ağırlık kaybının % 1,133 ile D1 ocağında ve tane çapı ile 12-22 mm olan agregalarda olduğu,
- ✓ Kırma taş agregalarda en çok donma çözünme ağırlık kaybının % 3,80 ile K1 ocağında ve tane çapı ile 12-22 mm olan agregalarda olduğu,

görülmüştür.

5.1.8. Los Angeles Aşınma Direnci

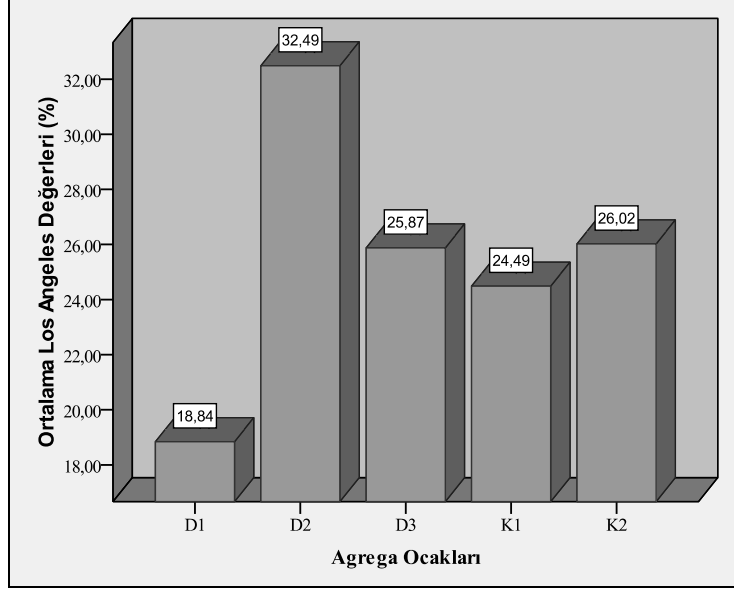
Los Angeles aşınma direnci deneyinden elde edilen veriler Çizelge 5.32’te verilmiştir. Los Angeles aşınma direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.33’te verilmiştir. Ayrıca ortalama Los Angeles aşınma direnci değerlerine ait grafik Şekil 5.9’da görülmektedir.

Çizelge 5.32: Los Angeles aşınma direnci sonuçları (%)

Agrega Ocakları				
D1	D2	D3	K1	K2
19,60	33,02	26,56	25,40	27,48
18,62	32,54	26,14	25,00	25,94
18,30	31,90	24,92	23,06	24,64

Çizelge5.33: Agregaların Los Angeles aşınma dirençleri verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

No	Grup adı ve numune sayısı	Ortalama Los Angeles Dirençleri (%)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum	
					Alt Sınır	Üst Sınır			
					1	D1			3
2	D2	3	32,4867	0,56190	0,32441	31,0908	33,8825	31,90	33,02
3	D3	3	25,8733	0,85190	0,49184	23,7571	27,9896	24,92	26,56
4	K1	3	24,4867	1,25161	0,72262	21,3775	27,5958	23,06	25,40
5	K2	3	26,0200	1,42169	0,82081	22,4883	29,5517	24,64	27,48



Şekil 5.9: Agregaların gruplara göre ortalama Los Angeles aşınma direnci sonuçları (%).

Beş farklı agrega ocağından temin edilen agregaların karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.34’te verilmiştir.

Çizelge5.34: Agregaların Los Angeles aşınma dirençleri verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi ($P \leq 0,05$)
Gruplar arası	283,792	4	70,948	69,721	0,000
Grup içi	10,176	10	1,018		
Toplam	293,968	14			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agrega ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.35’te verilmiştir.

Çizelge5.35: Agregaların Los Angeles aşınma dirençleri verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar (P≤0,05)		
		1	2	3
D1	3	18,840		
K1	3		24,487	
D3	3		25,873	
K2	3		26,020	
D2	3			32,487

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ D1 ocağındaki agregaların % 18,84 ile en az Los Angeles aşınma direnci değerine sahip olduğu buna karşılık D2 ocağındaki agregaların ise % 32,48 ile en yüksek değere sahip olduğu,
- ✓ K1, D3 ve K2 ocaklarındaki agregaların Los Angeles aşınma direnci değerlerinin ise birbirine oldukça yakın olduğu görülmüştür.

5.1.9. Darbe Dayanımı (Impact Value)

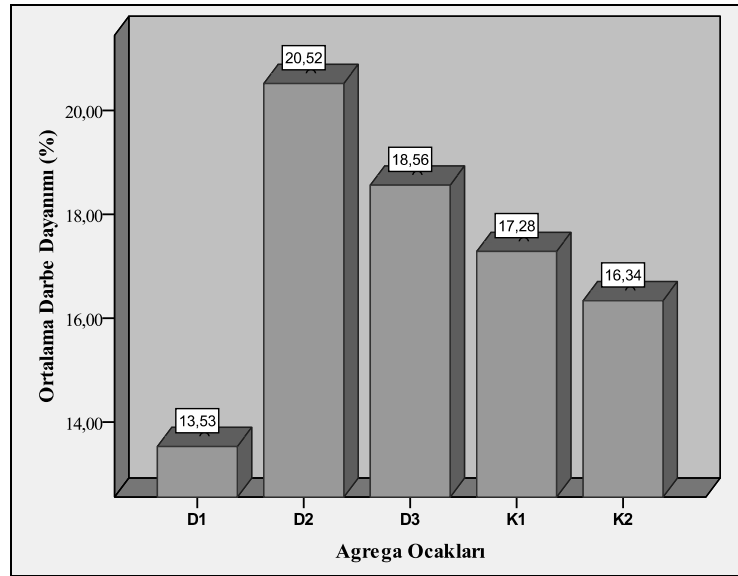
Agrega numunelerinin darbe dayanımı deneyinden elde edilen veriler Çizelge 5.36’da verilmiştir. Darbe dayanımı (impact value) değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.37’de verilmiştir. Ayrıca ortalama darbe dayanımı değerlerine ait grafik Şekil 5.10’da görülmektedir.

Çizelge 5.36: Darbe dayanımı sonuçları (%)

Agrega Ocakları				
D1	D2	D3	K1	K2
12,13	21,65	17,91	17,21	16,62
14,55	20,14	18,24	18,21	17,01
13,91	19,76	19,53	16,43	15,38

Çizelge5.37: Agregaların darbe dayanımı verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

No	Grup adı ve numune Sayısı		Ortalama Darbe Dayanımı (%)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamlar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
						Alt Sınır	Üst Sınır		
1	D1	3	13,5300	1,25395	0,72397	10,4150	16,6450	12,13	14,55
2	D2	3	20,5167	0,99972	0,57719	18,0332	23,0001	19,76	21,65
3	D3	3	18,5600	0,85610	0,49427	16,4333	20,6867	17,91	19,53
4	K1	3	17,2833	0,89226	0,51515	15,0668	19,4998	16,43	18,21
5	K2	3	16,3367	0,85114	0,49140	14,2223	18,4510	15,38	17,01



Şekil 5.10: Agregaların gruplara göre ortalama darbe dayanımı sonuçları (%).

Beş farklı agrega ocağından temin edilen agregaların karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.38’de verilmiştir.

Çizelge5.38: Agregaların darbe dayanımı verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	81,182	4	20,296	21,030	0,000
Grup içi	9,651	10	0,965		
Toplam	90,833	14			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agrega ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.39’da verilmiştir.

Çizelge5.39: Agregaların darbe dayanımı verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar (P≤0,05)			
		1	2	3	4
D1	3	13,530			
K2	3		16,337		
K1	3		17,283	17,283	
D3	3			18,560	
D2	3				20,517

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ D1 ocağındaki agregaların % 13,53 ile en az çarpma değerine sahip olduğu buna karşılık D2 ocağındaki agregaların ise % 20, 51 ile en yüksek değere sahip olduğu,
- ✓ K1, D3 ve K2 ocaklarındaki agregaların çarpma deneyi sonuçlarının ise birbirine oldukça yakın olduğu görülmüştür.

5.1.10. Kırılma Dayanımı (Crushing Value)

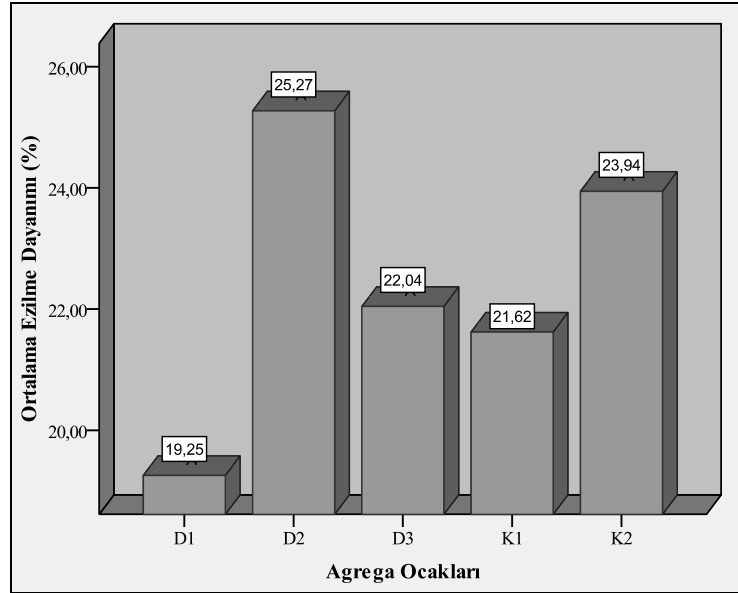
Agrega numunelerinin kırılma dayanımı deneyinden elde edilen veriler Çizelge 5.40’da verilmiştir. Kırılma dayanımı (crushing value) değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.41’de verilmiştir. Ortalama darbe dayanımı değerlerine ait grafik Şekil 5.11’de görülmektedir.

Çizelge5.40: Kırılma dayanımı sonuçları (%)

Agrega Ocakları				
D1	D2	D3	K1	K2
19,96	23,75	22,47	21,52	22,82
19,36	26,52	22,70	21,83	25,21
18,44	25,54	20,96	21,51	23,80

Çizelge5.41: Agregaların kırılma dayanımı verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

No	Grup adı ve numune sayısı		Ortalama Kırılma Dayanımı (%)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamlar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
						Alt Sınır	Üst Sınır		
1	D1	3	19,2533	0,76559	0,44202	17,3515	21,1552	18,44	19,96
2	D2	3	25,2700	1,40460	0,81095	21,7808	28,7592	23,75	26,52
3	D3	3	22,0433	0,94522	0,54572	19,6953	24,3914	20,96	22,70
4	K1	3	21,6200	0,18193	0,10504	21,1681	22,0719	21,51	21,83
5	K2	3	23,9433	1,20143	0,69365	20,9588	26,9279	22,82	25,21



Şekil 5.11: Agregaların gruplara göre ortalama kırılma dayanımı sonuçları (%).

Beş farklı agrega ocağından temin edilen agregaların karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.42’de verilmiştir.

Çizelge5.42: Agregaların kırılma dayanımı verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	63,758	4	15,939	16,169	0,000
Grup içi	9,858	10	0,986		
Toplam	73,616	14			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregalarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.43’de verilmiştir.

Çizelge5.43: Agregaların kırılma dayanımı verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar (P≤0,05)		
		1	2	3
D1	3	19,253		
K1	3		21,620	
D3	3		22,043	
K2	3			23,943
D2	3			25,270

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ D1 ocağındaki agregaların % 19,25 ile en az değere sahip olduğu buna karşılık D2 ocağındaki agregaların ise % 25,27 ile en yüksek değere sahip olduğu,
- ✓ K1, D3 ocaklarındaki agregaların Çarpma Deneyi sonuçlarının ise birbirine oldukça yakın olduğu görülmüştür.

5.1.11. Mohs Sertliği

Bu çalışmada kullanılan agregaların sertlik durumlarının belirlenmesi amacıyla Mohs Sertlik deneyi yapılmış ve ocaklar bazında agregalar için Mohs sertlik deneyi sonuçları aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 5.44).

Çizelge 5.44: Ocaklar bazında Mohs sertlik verileri

D1	D2	D3	K1	K2
5,5–6,0	6,0–7,0	6,0–7,0	5,5–6,0	5,5–6,0

Çalışmada kullanılan D1, D2, D3, K1, K2 agregalarının Mohs Sertlik aralıkları açısından kabul edilebilir sınırlarda olduğu belirlenmiştir.

5.2. TAZE BETON DENEY SONUÇLARI

5.2.1. Çökme Değerleri

Bu çalışmada kullanılan taze betonun kıvamının belirlenmesi amacıyla TS EN 12350-2 standardına uygun olarak çökme deneyi yapılmış ve ocaklar bazında taze beton için çökme verileri aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 5.45).

Çizelge 5.45: Ocaklar bazında çökme deneyi sonuçları

Taze Beton Çökme Sonuçları (cm)					
Numune No	D1	D2	D3	K1	K2
1	10,10	11,20	11,30	11,50	10,00
2	11,20	11,10	11,40	10,50	10,50

Çalışmada kullanılan D1, D2, D3, K1, K2 agregalarının çökme değeri açısından kabul edilebilir sınırlarda olduğu belirlenmiştir.

5.2.2. Taze Beton Yoğunluk Verileri

Çalışmada kullanılan taze betonun yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla TS EN 12350-6 standardına uygun olarak yoğunluk deneyi yapılmış ve ocaklar bazında taze beton için yoğunluk verileri aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 5.46).

Çizelge 5.46: Ocaklar bazında yoğunluk verileri

Taze Beton Yoğunluk Sonuçları (kg/m ³)					
Numune No	D1	D2	D3	K1	K2
1	2,38	2,35	2,33	2,37	2,39
2	2,38	2,37	2,34	2,36	2,39
3	2,36	2,37	2,35	2,34	2,37
4	2,40	2,36	2,36	2,34	2,37
5	2,36	2,37	2,34	2,36	2,35
6	2,36	2,39	2,33	2,35	2,36
7	2,39	2,37	2,37	2,34	2,36
8	2,36	2,37	2,34	2,35	2,37
9	2,33	2,34	2,31	2,35	2,33
10	2,36	2,35	2,39	2,36	2,38
11	2,39	2,37	2,36	2,37	2,38
12	2,37	2,36	2,39	2,36	2,35
13	2,36	2,35	2,37	2,41	2,34
14	2,37	2,38	2,33	2,38	2,37
15	2,36	2,36	2,37	2,38	2,34
16	2,37	2,37	2,36	2,41	2,31
17	2,38	2,36	2,36	2,38	2,35
18	2,36	2,37	2,38	2,36	2,34

Çalışmada kullanılan D1, D2, D3, K1, K2 agregalarının yoğunluk değeri açısından kabul edilebilir sınırlarda olduğu belirlenmiştir.

5.2.3. Ve-be Verileri

Çalışmada kullanılan taze betonun Ve-Be değerlerinin belirlenmesi amacıyla TS EN 12350-3 standardına uygun olarak Ve-Be deneyi yapılmış ve ocaklar bazında taze beton için elde edilen değerler aşağıda verilmiştir (Çizelge 5.47).

Çizelge 5.47: Ocaklar bazında Ve-be verileri

Taze Beton Ve-Be Sonuçları (s)					
Numune No	D1	D2	D3	K1	K3
1	4,05	4,20	4,12	3,69	3,86
2	3,95	4,10	4,25	3,49	3,65

Çalışmada kullanılan D1, D2, D3, K1, K2 agregalarının Ve-Be değeri açısından kabul edilebilir sınırlarda olduğu belirlenmiştir.

5.3. SERTLEŞMİŞ BETON DENEY SONUÇLARI

5.3.1. Yoğunluk Tayini ve Su Emme Oranları

Sertleşmiş betonun yoğunluğu TS EN 12390–7 standardına uygun olarak yapılmıştır. Buna göre; 7 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin su emme oranları ve yoğunlukları Çizelge 5.48’de, 14 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin su emme oranları ve yoğunlukları Çizelge 5.49’da, 28 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin su emme oranları ve yoğunlukları Çizelge 5.50’de verilmiştir.

Çizelge 5.48: 7 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin su emme oranları ve yoğunlukları

Numune No	Agrega Ocakları									
	D1		D2		D3		K1		K2	
	Yoğ. (gr/cm ³)	Su Emme Oranı (%)	Yoğ. (gr/cm ³)	Su Emme Oranı (%)	Yoğ. (gr/cm ³)	Su Emme Oranı (%)	Yoğ. (gr/cm ³)	Su Emme Oranı (%)	Yoğ. (gr/cm ³)	Su Emme Oranı (%)
1	2,37	5,78	2,37	3,66	2,35	4,10	2,36	3,59	2,37	3,4
2	2,38	5,64	2,37	5,27	2,35	2,62	2,36	4,76	2,37	3,18
3	2,37	6,26	2,36	3,54	2,32	3,32	2,38	4,55	2,39	3,73
4	2,39	4,14	2,36	3,66	2,38	4,37	2,39	3,53	2,38	3,45
5	2,39	3,91	2,37	4,91	2,35	2,40	2,39	2,86	2,37	3,37
6	2,37	5,97	2,39	4,74	2,38	3,48	2,39	5,05	2,37	4,16

Çizelge 5.49: 14 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin su emme oranları ve yoğunlukları

Numune No	Agrega Ocakları									
	D1		D2		D3		K1		K2	
	Yoğ. (gr/cm ³)	Su Emme Oranı (%)	Yoğ. (gr/cm ³)	Su Emme Oranı (%)	Yoğ. (gr/cm ³)	Su Emme Oranı (%)	Yoğ. (gr/cm ³)	Su Emme Oranı (%)	Yoğ. (gr/cm ³)	Su Emme Oranı (%)
1	2,29	3,34	2,33	3,27	2,32	2,88	2,35	4,37	2,39	2,27
2	2,45	3,16	2,38	2,33	2,36	2,87	2,38	3,08	2,34	3,60
3	2,38	3,39	2,38	3,98	2,36	3,20	2,38	2,11	2,28	3,91
4	2,39	2,80	2,39	4,04	2,31	2,82	2,37	3,35	2,41	2,78
5	2,37	3,58	2,38	2,34	2,36	3,32	2,34	2,86	2,40	4,19
6	2,40	3,18	2,38	3,99	2,38	2,69	2,35	3,56	2,33	5,11

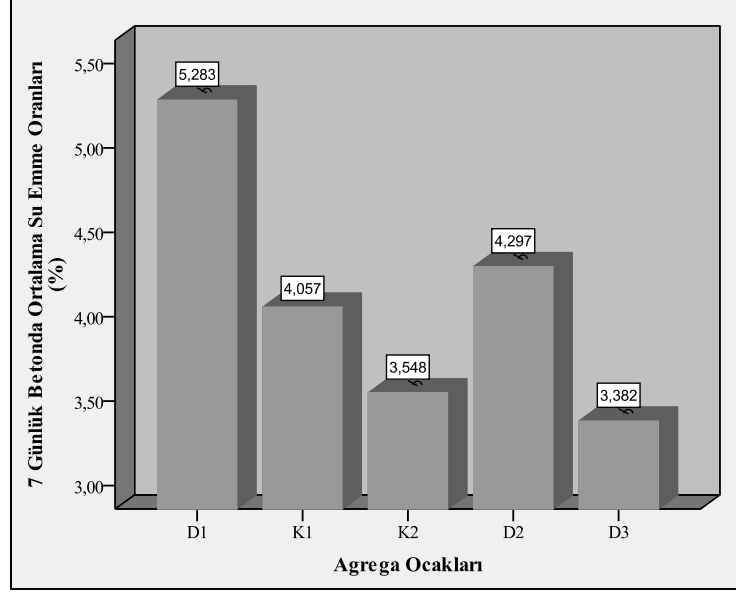
Çizelge 5.50: 28 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin su emme oranları ve yoğunlukları

Numune No	Agrega Ocakları									
	D1		D2		D3		K1		K2	
	Yoğ. (gr/cm ³)	Su Emme Oranı (%)	Yoğ. (gr/cm ³)	Su Emme Oranı (%)	Yoğ. (gr/cm ³)	Su Emme Oranı (%)	Yoğ. (gr/cm ³)	Su Emme Oranı (%)	Yoğ. (gr/cm ³)	Su Emme Oranı (%)
1	2,37	1,69	2,37	2,71	2,32	2,32	2,36	3,22	2,38	2,58
2	2,38	4,23	2,34	3,33	2,36	5,04	2,34	4,12	2,36	1,94
3	2,39	1,71	2,35	3,49	2,37	4,43	2,36	5,56	2,24	2,59
4	2,38	3,27	2,35	2,95	2,40	3,86	2,36	4,74	2,35	3,88
5	2,37	1,29	2,33	2,67	2,38	1,99	2,35	4,36	2,34	2,38
6	2,37	2,67	2,36	3,71	2,37	3,39	2,38	3,71	2,35	2,88

7 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin su emme oranları ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.51’de, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.12’de verilmiştir.

Çizelge 5.51: 7 günlük betonda su emme oranları verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Su Emme Oranı (%)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
					D1	6		
K1	6	4,0567	0,85463	0,34890	3,1598	4,9535	2,86	5,05
K2	6	3,5483	0,34822	0,14216	3,1829	3,9138	3,18	4,16
D2	6	4,2967	0,76201	0,31109	3,4970	5,0964	3,54	5,27
D3	6	3,3817	0,78104	0,31886	2,5620	4,2013	2,40	4,37



Şekil 5.12: 7 günlük betonda ortalama su emme oranları

7 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin su emme oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.52’de verilmiştir.

Çizelge 5.52: 7 günlük betonda su emme oranları verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	13,562	4	3,390	5,575	0,002
Grup içi	15,204	25	0,608		
Toplam	28,766	29			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregalarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.53’de verilmiştir.

Çizelge 5.53: 7 günlük betonda su emme oranları verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)	
		1	2
D3	6	3,382	
K2	6	3,548	
K1	6	4,057	
D2	6	4,297	
D1	6		5,283

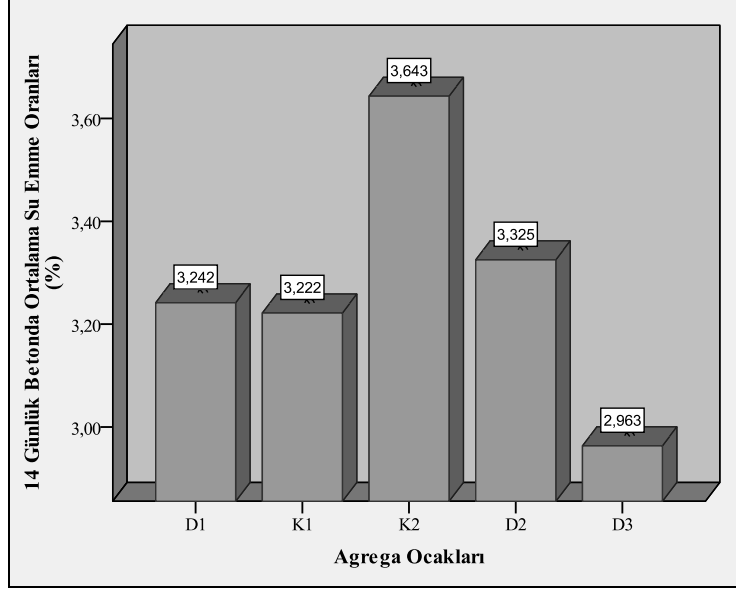
Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ D3 ocağından alınan agregalarla üretilen 7 günlük sertleşmiş betonun % 3,381 ile en az su emme oranına sahip olduğu,
 - ✓ D1 ocağından alınan agregalarla üretilen 7 günlük sertleşmiş betonun ise % 5,283 ile en çok su emme oranına sahip olduğu,
- görülmüştür.

14 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin su emme oranları ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.54’te, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.13’te verilmiştir.

Çizelge 5.54: 14 günlük betonda su emme oranları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Agrega Ocağı	N	Ortalama Su Emme Oranı (%)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	6	3,2417	0,26521	0,10827	2,9633	3,5200	2,80	3,58
K1	6	3,2217	0,75316	0,30748	2,4313	4,0121	2,11	4,37
K2	6	3,6433	1,01532	0,41450	2,5778	4,7088	2,27	5,11
D2	6	3,3250	0,81802	0,33395	2,4665	4,1835	2,33	4,04
D3	6	2,9633	0,24254	0,09902	2,7088	3,2179	2,69	3,32



Şekil 5. 13: 14 günlük betonda ortalama su emme oranları

14 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin su emme oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.55’te verilmiştir.

Çizelge 5.55: 14 günlük betonda su emme oranları verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi ($P \leq 0,05$)
Gruplar arası	1,435	4	0,359	0,749	0,568
Grup içi	11,982	25	0,479		
Toplam	13,417	29			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregada kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.56’da verilmiştir.

Çizelge 5.56: 14 günlük betonda su emme oranları verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)
D3	6	2,963
K1	6	3,222
D1	6	3,242
D2	6	3,325
K2	6	3,643

Duncan testi sonucuna göre;

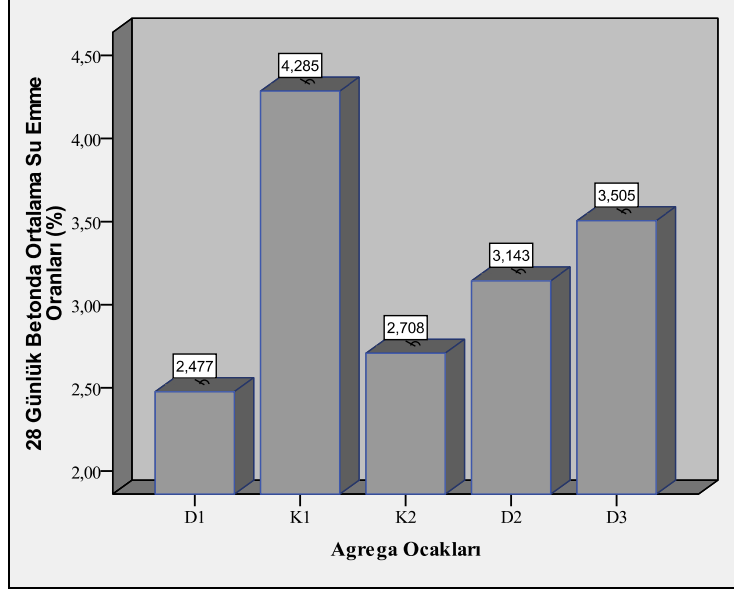
- ✓ D3 ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük sertleşmiş betonun % 2,963 ile en az su emme oranına sahip olduğu,
- ✓ K2 ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük sertleşmiş betonun ise % 3,643 ile en çok su emme oranına sahip olduğu,

görülmüştür.

28 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin su emme oranları ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.57’de, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.14’te verilmiştir.

Çizelge 5.57: 28 günlük betonda su emme oranları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Agrega Ocağı	N	Ortalama Su Emme Oranı (%)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	6	2,4767	1,12745	0,46028	1,2935	3,6599	1,29	4,23
K1	6	4,2850	0,81613	0,33318	3,4285	5,1415	3,22	5,56
K2	6	2,7083	0,65282	0,26651	2,0232	3,3934	1,94	3,88
D2	6	3,1433	0,43019	0,17563	2,6919	3,5948	2,67	3,71
D3	6	3,5050	1,18748	0,48479	2,2588	4,7512	1,99	5,04



Şekil 5.14: 28 günlük betonda ortalama su emme oranları

28 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin su emme oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.58’de verilmiştir.

Çizelge 5.58: 28 günlük betonda su emme oranları verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	12,214	4	3,053	3,857	0,014
Grup içi	19,793	25	0,792		
Toplam	32,006	29			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregalardan kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.59’da verilmiştir.

Çizelge 5.59: 28 günlük betonda su emme oranları verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)	
		1	2
D1	6	2,477	
K2	6	2,708	
D2	6	3,143	
D3	6	3,505	3,505
K1	6		4,285

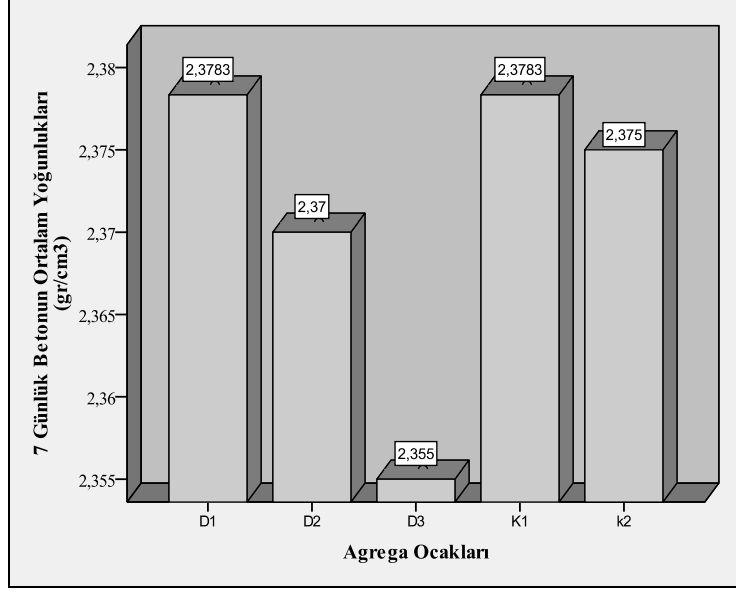
Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ D1 ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük sertleşmiş betonun % 2,476 ile en az su emme oranına sahip olduğu,
- ✓ K1 ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük sertleşmiş betonun ise % 4,285 ile en çok su emme oranına sahip olduğu görülmüştür.

7 günlük ocaklar bazında sertleşmiş beton yoğunlukları ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.60'da, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.15'te verilmiştir.

Çizelge 5.60: 7 günlük sertleşmiş beton yoğunlukları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Agrega Ocağı	N	Ortalama Beton Yoğunluğu (gr/cm^3)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
					D1	6		
D2	6	2,3700	0,01095	0,00447	2,3585	2,3815	2,36	2,39
D3	6	2,3550	0,02258	0,00922	2,3313	2,3787	2,32	2,38
K1	6	2,3783	0,01472	0,00601	2,3629	2,3938	2,36	2,39
K2	6	2,3750	0,00837	0,00342	2,3662	2,3838	2,37	2,39



Şekil 5.15: 7 günlük betonun ortalama yoğunlukları

7 günlük için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin yoğunluklarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.61’de verilmiştir.

Çizelge 5.61: 7 günlük beton yoğunlukları verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	0,002	4	0,001	2,813	0,047
Grup içi	0,005	25	0,000		
Toplam	0,007	29			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregata kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.62’de verilmiştir.

Çizelge 5.62: 7 günlük beton yoğunlukları verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar (P≤0,05)	
		1	2
D3	6	2,355	
D2	6	2,370	2,370
K2	6		2,375
D1	6		2,378
K1	6		2,378

Duncan testi sonucuna göre;

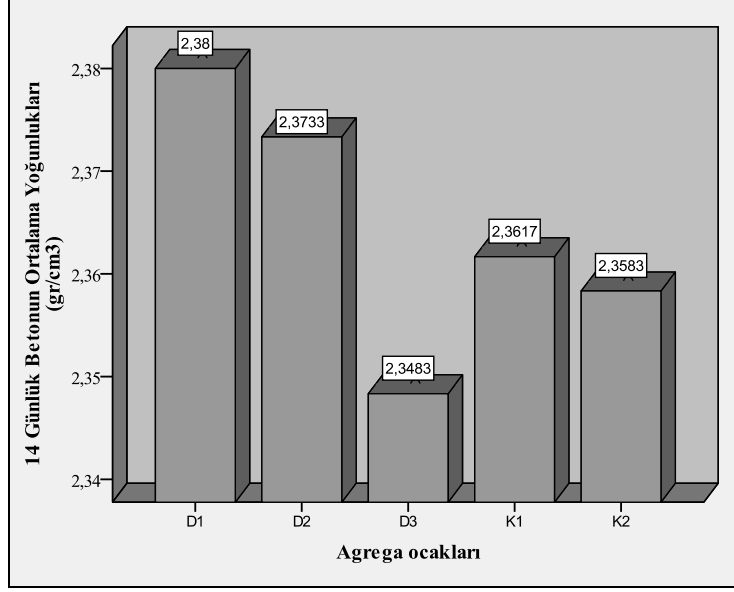
- ✓ D3 ocağından alınan agregalarla üretilen 7 günlük sertleşmiş betonun $2,355 \text{ gr/cm}^3$ ile en az yoğunluğa sahip olduğu buna karşılık K1 ocağından alınan agregalarla üretilen sertleşmiş betonun $2,378 \text{ gr/cm}^3$ ile en yüksek değere sahip olduğu ancak üretilen sertleşmiş betonların tane yoğunlukları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

14 günlük ocaklar bazında sertleşmiş beton yoğunlukları ile ilgili tanımlayıcı istatistikler

Çizelge 5.63'te, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.16'da verilmiştir.

Çizelge 5.63: 14 günlük beton yoğunlukları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Agrega Ocağı	N	Ortalama Beton Yoğunluğu (gr/cm^3)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
					D1	6		
D2	6	2,3733	0,02160	0,00882	2,3507	2,3960	2,33	2,39
D3	6	2,3483	0,02714	0,01108	2,3198	2,3768	2,31	2,38
K1	6	2,3617	0,01722	0,00703	2,3436	2,3797	2,34	2,38
K2	6	2,3583	0,05037	0,02056	2,3055	2,4112	2,28	2,41



Şekil 5.16: 14 günlük betonun ortalama yoğunlukları

14 günlük için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin yoğunluklarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.64’de verilmiştir.

Çizelge 5.64: 14 günlük beton yoğunlukları verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	0,004	4	0,001	0,694	0,603
Grup içi	0,034	25	0,001		
Toplam	0,038	29			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregalarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.65’de verilmiştir.

Çizelge 5.65: 14 günlük beton yoğunlukları verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)
D3	6	2,348
K2	6	2,358
K1	6	2,362
D2	6	2,373
D1	6	2,380

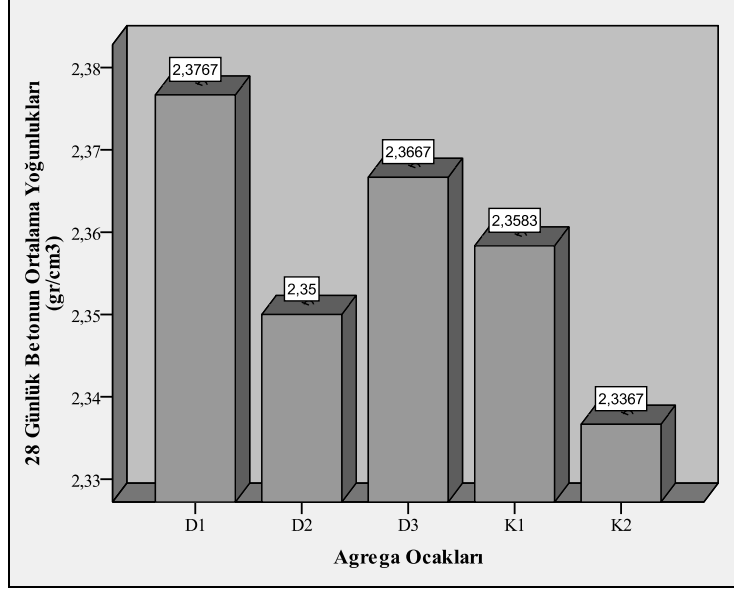
Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ D3 ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük sertleşmiş betonun $2,3483 \text{ gr/cm}^3$ ile en az yoğunluğa sahip olduğu buna karşılık D1 ocağından alınan agregalarla üretilen sertleşmiş betonun $2,380 \text{ gr/cm}^3$ ile en yüksek değere sahip olduğu ancak üretilen sertleşmiş betonların tane yoğunlukları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

28 günlük ocaklar bazında sertleşmiş beton yoğunlukları ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.66'da, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.17'de verilmiştir.

Çizelge 5.66: 28 günlük beton yoğunlukları verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Agrega Ocağı	N	Ortalama Beton Yoğunluğu (gr/cm^3)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	6	2,3767	0,00816	0,00333	2,3681	2,3852	2,37	2,39
D2	6	2,3500	0,01414	0,00577	2,3352	2,3648	2,33	2,37
D3	6	2,3667	0,02658	0,01085	2,3388	2,3946	2,32	2,40
K1	6	2,3583	0,01329	0,00543	2,3444	2,3723	2,34	2,38
K2	6	2,3367	0,04926	0,02011	2,2850	2,3884	2,24	2,38



Şekil 5.17: 28 günlük betonun ortalama yoğunlukları

28 günlük için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin yoğunluklarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.67’de verilmiştir.

Çizelge 5.67: 28 günlük beton yoğunlukları verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	0,006	4	0,001	1,976	0,129
Grup içi	0,018	25	0,001		
Toplam	0,024	29			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregalarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.68’de verilmiştir.

Çizelge 5.68: 28 günlük beton yoğunlukları verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar (P≤0,05)	
		1	2
K2	6	2,337	
D2	6	2,350	2,350
K1	6	2,358	2,358
D3	6	2,367	2,367
D1	6		2,377

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K2 ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük sertleşmiş betonun 2,336 gr/cm³ ile en az yoğunluğa sahip olduğu buna karşılık D1 ocağından alınan agregalarla üretilen sertleşmiş betonun 2,376 gr/cm³ ile en yüksek değere sahip olduğu ancak üretilen sertleşmiş betonların tane yoğunlukları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

5.3.2. Yarmada Çekme Dayanımı

Sertleşmiş beton numunelerinde yarmada çekme dayanımı deneyi TS EN 12390-6 standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Beton numunelerinin yarmada çekme dayanımı deneyinden elde edilen veriler Çizelge 5.69’te verilmiştir.

Çizelge 5.69: Sertleşmiş beton numunelerinin 7, 14 ve 28 günlük yarmada çekme dayanımı deney sonuçları

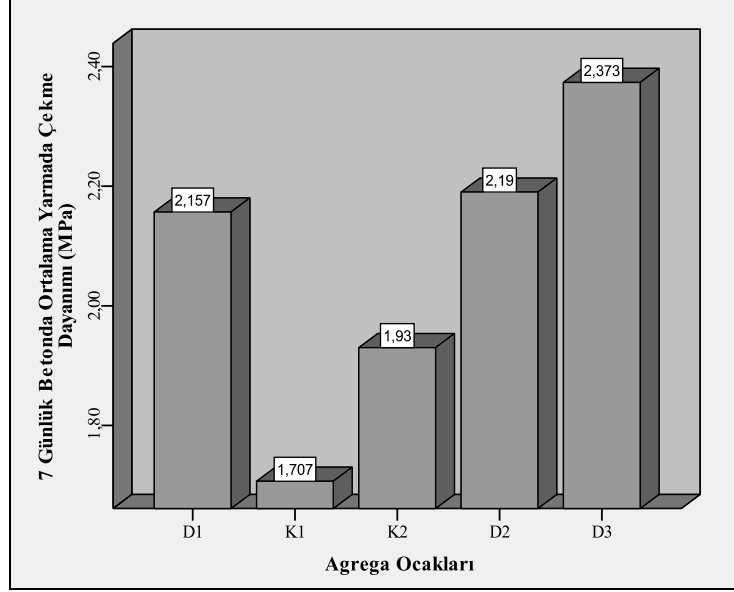
D1					
7 günlük		14 günlük		28 günlük	
Numune No	Gerilme (MPa)	Numune No	Gerilme (MPa)	Numune No	Gerilme (MPa)
1	2,37	1	2,79	1	2,94
2	2,18	2	2,51	2	3,99
3	1,92	3	2,49	3	2,87
D2					
1	2,34	1	2,51	1	2,56
2	2,33	2	2,43	2	2,59
3	1,90	3	2,36	3	2,65

D3					
1	2,36	1	2,67	1	2,91
2	2,55	2	2,62	2	2,94
3	2,21	3	2,59	3	3,02
K1					
1	1,73	1	1,89	1	2,34
2	1,70	2	1,75	2	2,39
3	1,69	3	2,02	3	2,09
K2					
1	1,90	1	2,32	1	2,44
2	1,93	2	2,11	2	2,33
3	1,96	3	2,28	3	2,43

7 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin yarmada çekme dayanımı ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.70’te, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.18’de verilmiştir.

Çizelge 5.70: 7 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Agrega Ocağı	N	Ortalama Yarmada Çekme Dayanımı (MPa)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamlar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	3	2,1567	0,22591	0,13043	1,5955	2,7178	1,92	2,37
K1	3	1,7067	0,02082	0,01202	1,6550	1,7584	1,69	1,73
K2	3	1,9300	0,03000	0,01732	1,8555	2,0045	1,90	1,96
D2	3	2,1900	0,25120	0,14503	1,5660	2,8140	1,90	2,34
D3	3	2,3733	0,17039	0,09838	1,9501	2,7966	2,21	2,55



Şekil 5.18: 7 günlük betonda ortalama yarmada çekme dayanımları

7 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin yarmada çekme dayanımı oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.71’de verilmiştir.

Çizelge 5.71: 7 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	0,797	4	0,199	6,891	0,006
Grup içi	0,289	10	0,029		
Toplam	1,086	14			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agrega ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.72’de verilmiştir.

Çizelge 5.72: 7 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)		
		1	2	3
K1	3	1,707		
K2	3	1,930	1,930	
D1	3		2,157	2,157
D2	3		2,190	2,190
D3	3			2,373

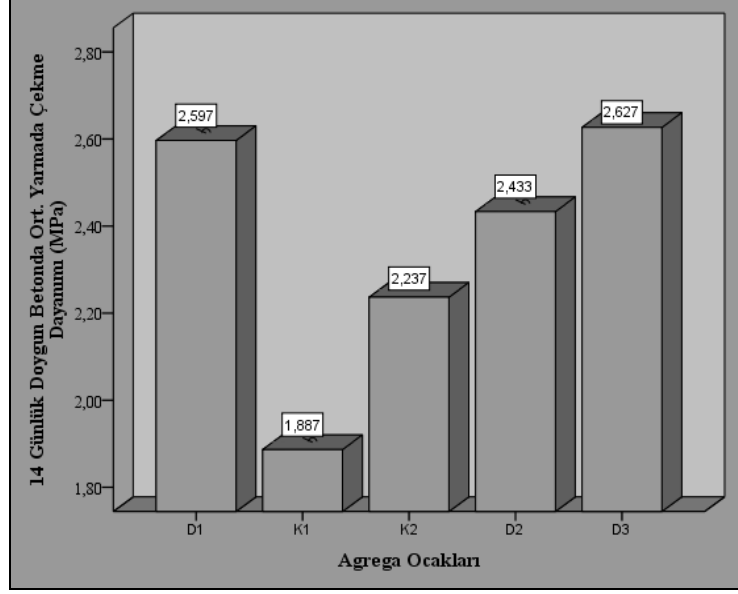
Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K1 ocağından alınan agregalarla üretilen 7 günlük sertleşmiş betonun 1,706 MPa ile en az yarmada çekme dayanımına sahip olduğu,
- ✓ D3 ocağından alınan agregalarla üretilen 7 günlük sertleşmiş betonun ise 2,373 MPa ile en yüksek yarmada çekme dayanımına sahip olduğu, görülmüştür.

14 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin yarmada çekme dayanımı ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 73'te, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.19'da verilmiştir.

Çizelge 5.73: 14 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Agrega Ocağı	N	Ortalama Yarmada Çekme Dayanımı (MPa)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	3	2,5967	0,16773	0,09684	2,1800	3,0133	2,49	2,79
K1	3	1,8867	0,13503	0,07796	1,5512	2,2221	1,75	2,02
K2	3	2,2367	0,11150	0,06438	1,9597	2,5137	2,11	2,32
D2	3	2,4333	0,07506	0,04333	2,2469	2,6198	2,36	2,51
D3	3	2,6267	0,04041	0,02333	2,5263	2,7271	2,59	2,67



Şekil 5.19: 14 günlük betonda ortalama yarmada çekme dayanımları

14 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin yarmada çekme dayanımı oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.74’de verilmiştir.

Çizelge 5.74: 14 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	1,115	4	0,279	21,097	0,000
Grup içi	0,132	10	0,013		
Toplam	1,247	14			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregaya ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.75’de verilmiştir.

Çizelge 5.75: 14 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)		
		1	2	3
K1	3	1,887		
K2	3		2,237	
D2	3		2,433	2,433
D1	3			2,597
D3	3			2,627

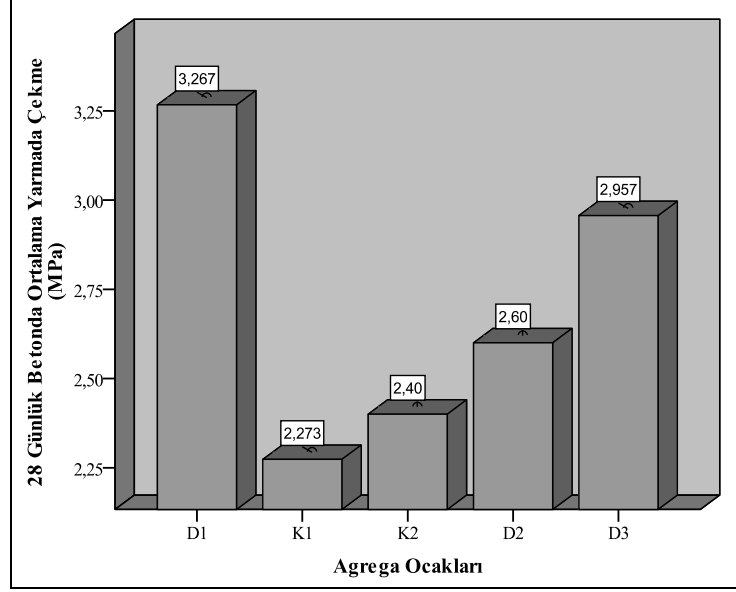
Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K1 ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük sertleşmiş betonun 1,886 MPa ile en az yarmada çekme dayanımına sahip olduğu,
- ✓ D3 ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük sertleşmiş betonun ise 2,626 MPa ile en yüksek yarmada çekme dayanımına sahip olduğu, görülmüştür.

28 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin yarmada çekme dayanımı ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.76'da, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.20'de verilmiştir.

Çizelge 5.76: 28 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Agrega Ocağı	N	Ortalama Yarmada Çekme Dayanımı (MPa)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamlar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	3	3,2667	0,62740	0,36223	1,7081	4,8252	2,87	3,99
K1	3	2,2733	0,16073	0,09280	1,8741	2,6726	2,09	2,39
K2	3	2,4000	0,06083	0,03512	2,2489	2,5511	2,33	2,44
D2	3	2,6000	0,04583	0,02646	2,4862	2,7138	2,56	2,65
D3	3	2,9567	0,05686	0,03283	2,8154	3,0979	2,91	3,02



Şekil 5.20: 28 günlük betonda ortalama yarmada çekme dayanımları

28 gün için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin yarmada çekme dayanımı oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.77’de verilmiştir.

Çizelge 5.77: 28 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	2,007	4	0,502	5,855	0,011
Grup içi	0,857	10	0,086		
Toplam	2,864	14			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregaya ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.78’de verilmiştir.

Çizelge 5.78: 28 günlük betonda yarmada çekme dayanımı verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)		
		1	2	3
K1	3	2,273		
K2	3	2,400		
D2	3	2,600	2,600	
D3	3		2,957	2,957
D1	3			3,267

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K1 ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük sertleşmiş betonun 2,273 MPa ile en az yarmada çekme dayanımına sahip olduğu,
- ✓ D1 ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük sertleşmiş betonun ise 3,266 MPa ile en yüksek yarmada çekme dayanımına sahip olduğu, görülmüştür.

5.3.3. Ultrases Geçiş Hızı

Beton numunelerinin ultrases geçiş hızı deneyinden elde edilen veriler Çizelge 5.79'da verilmiştir.

Çizelge 5.79: Ocaklar bazında üretilen sertleşmiş beton için ultrases geçiş hızı ölçüm deney sonuçları (km/s)

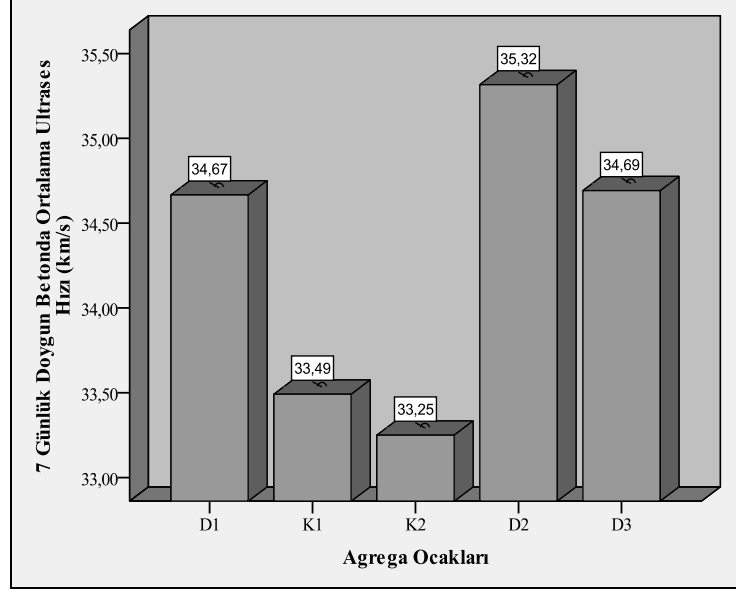
7 GÜNLÜK					14 GÜNLÜK					28 GÜNLÜK				
D1														
No	Yaş Num		Kuru Num.		No	Yaş Num		Kuru Num.		No	Yaş Num.		Kuru Num.	
1	35,0	34,8	41,6	40,5	1	31,4	30,8	35,8	35,3	1	30,2	29,7	28,4	28,5
2	34,3	34,6	38,2	39,4	2	31,0	31,8	35,5	35,4	2	29,7	29,7	28,9	25,6
3	35,3	34,4	41,5	42,7	3	31,4	30,8	35,4	35,7	3	29,6	27,5	29,5	30,0
4	35,9	34,4	38,9	38,2	4	30,8	31,6	34,9	35,2	4	26,9	29,7	29,9	29,3
5	34,3	35,3	37,9	38,0	5	30,6	32,3	35,5	36,2	5	29,5	30,1	29,3	30,0
6	33,5	34,2	41,4	38,6	6	31,5	31,2	35,4	35,6	6	29,9	30,1	29,5	29,0
D2														
1	35,3	35,7	38,6	37,5	1	34,2	34,1	36,4	36,6	1	32,6	32,2	36,6	35,9
2	34,8	35,5	40,1	40,3	2	33,7	33,7	35,8	35,6	2	34,4	33,7	37,0	36,5
3	35,3	34,3	37,9	38,3	3	34,4	33,7	36,7	36,1	3	32,8	32,6	37,4	37,2

4	35,5	34,7	38,1	37,1	4	33,1	33,8	36,8	36,6	4	32,2	32,6	36,6	37,4
5	35,5	36,8	40,4	39,4	5	33,6	33,4	35,7	36,0	5	31,6	32,4	34,6	35,1
6	35,3	35,1	39,1	38,5	6	33,5	33,8	36,3	36,7	6	32,7	32,4	34,7	37,2
D3														
1	34,3	33,7	38,3	37,7	1	32,8	32,9	35,4	35,3	1	32,9	31,9	34,7	33,5
2	33,8	34,2	37,7	37,0	2	33,2	32,7	34,1	34,9	2	33,3	33,4	37,8	37,7
3	35,8	35,3	38,4	37,6	3	33,7	33,4	36,0	35,7	3	33,4	32,0	35,7	35,7
4	35,7	33,8	37,3	37,2	4	33,5	33,3	35,6	36,2	4	31,3	33,5	36,6	36,1
5	35,5	35,4	37,6	37,5	5	33,6	33,3	35,9	35,6	5	33,6	32,5	33,8	33,6
6	33,7	35,1	37,3	36,6	6	32,9	33,0	34,7	34,9	6	31,4	31,4	34,9	35,3
K1														
1	33,3	34,5	42,6	38,4	1	30,8	32,5	36,9	36,4	1	26,5	26,6	32,4	31,9
2	32,2	34,7	39,6	45,1	2	31,4	31,0	36,1	35,6	2	26,6	26,8	32,3	33,0
3	33,8	33,2	39,2	32,7	3	31,0	30,7	36,2	36,2	3	26,6	26,1	32,3	33,5
4	32,8	34,3	42,5	44,3	4	30,7	31,4	34,6	34,8	4	26,0	26,3	32,5	32,6
5	32,4	33,5	35,1	33,4	5	31,1	31,0	36,4	36,5	5	26,7	26,5	32,9	32,3
6	34,1	33,1	37,6	39,8	6	30,8	30,9	36,3	36,3	6	26,5	26,4	32,4	32,6
K2														
1	33,4	32,1	38,3	36,5	1	30,2	30,6	33,8	34,6	1	28,4	28,5	31,6	31,8
2	33,8	32,2	36,5	36,6	2	31,8	30,7	36,4	35,4	2	28,9	25,6	31,6	31,4
3	34,5	33,8	38,0	38,8	3	31,7	31,8	36,5	36,1	3	29,5	30,0	32,0	32,1
4	32,5	33,3	38,4	35,9	4	30,5	31,4	35,8	35,5	4	29,9	29,3	32,5	31,0
5	33,6	32,8	38,3	38,5	5	30,3	30,8	37,6	36,8	5	29,3	30,0	32,1	31,8
6	33,1	33,9	37,7	37,5	6	30,8	32,3	36,6	37,5	6	29,5	29,0	37,4	36,9

7 gün için ocaklar bazında doymun durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin ultrases geçiş hızı ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.80’de, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.21’te verilmiştir.

Çizelge 5.80: 7 günlük doymun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Ultrases Geçiş Hızı (km/s)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
					D1	12		
K1	12	33,4917	0,80955	0,23370	32,9773	34,0060	32,20	34,70
K2	12	33,2500	0,73547	0,21231	32,7827	33,7173	32,10	34,50
D2	12	35,3167	0,61620	0,17788	34,9252	35,7082	34,30	36,80
D3	12	34,6917	0,84687	0,24447	34,1536	35,2297	33,70	35,80



Şekil 5.21: 7 günlük doymun durumdaki beton verilerine ait ortalama ultrases geçiş hızı değerleri

7 gün için ocaklar bazında doymun durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin ultrases geçiş hızı oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.81’de verilmiştir.

Çizelge 5.81: 7 günlük doymun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	36,912	4	9,228	17,105	0,000
Grup içi	29,672	55	0,539		
Toplam	66,583	59			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregalardan kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.82’de verilmiştir.

Çizelge 5.82: 7 günlük doygun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)		
		1	2	3
K2	12	33,250		
K1	12	33,492		
D1	12		34,667	
D3	12		34,692	
D2	12			35,317

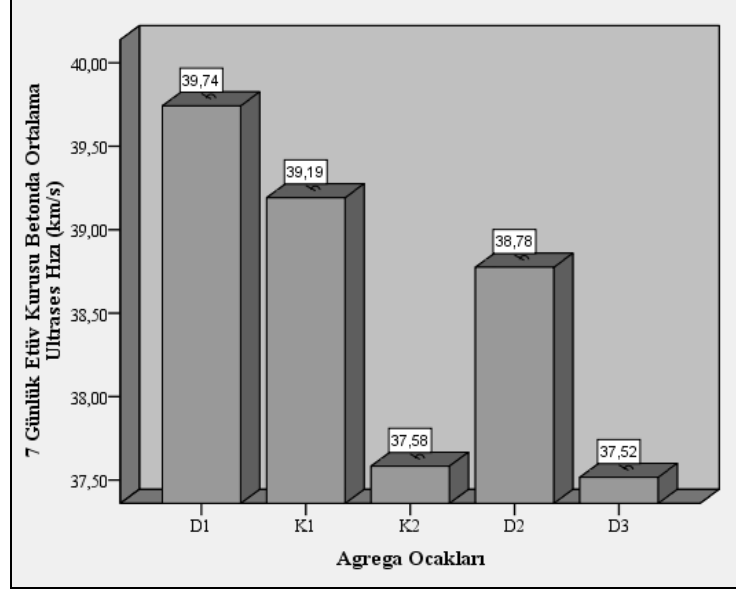
Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K2 ocağından alınan agregalarla üretilen 7 günlük doygun durumdaki sertleşmiş betonun 33,25 km/s ile en az ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu,
- ✓ D2 ocağından alınan agregalarla üretilen 7 günlük doygun durumdaki sertleşmiş betonun ise 35,32 km/s ile en yüksek ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu, görülmüştür.

7 günlük ocaklar bazında etüv kurusu sertleşmiş beton numunelerinin ultrases geçiş hızı ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.83'te, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.22'de verilmiştir.

Çizelge 5.83: 7 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Ultrases Geçiş Hızı (km/s)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	12	39,7417	1,70372	0,49182	38,6592	40,8242	37,90	42,70
K1	12	39,1917	4,04170	1,16674	36,6237	41,7596	32,70	45,10
K2	12	37,5833	,97032	0,28011	36,9668	38,1998	35,90	38,80
D2	12	38,7750	1,09555	0,31626	38,0789	39,4711	37,10	40,40
D3	12	37,5167	0,50242	0,14504	37,1974	37,8359	36,60	38,40



Şekil 5. 22. 7 günlük etüv kurusu beton için ortalama ultrases geçiş hızı değerleri

7 gün için ocaklar bazında etüv kurusu sertleşmiş beton numunelerinin ultrases geçiş hızı oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.84'te verilmiştir.

Çizelge 5.84: 7 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi ($P \leq 0,05$)
Gruplar arası	46,608	4	11,652	2,693	0,040
Grup içi	237,954	55	4,326		
Toplam	284,562	59			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agrega ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.85'de verilmiştir.

Çizelge 5.85: 7 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)	
		1	2
D3	12	37,517	
K2	12	37,583	
D2	12	38,775	38,775
K1	12	39,192	39,192
D1	12		39,742

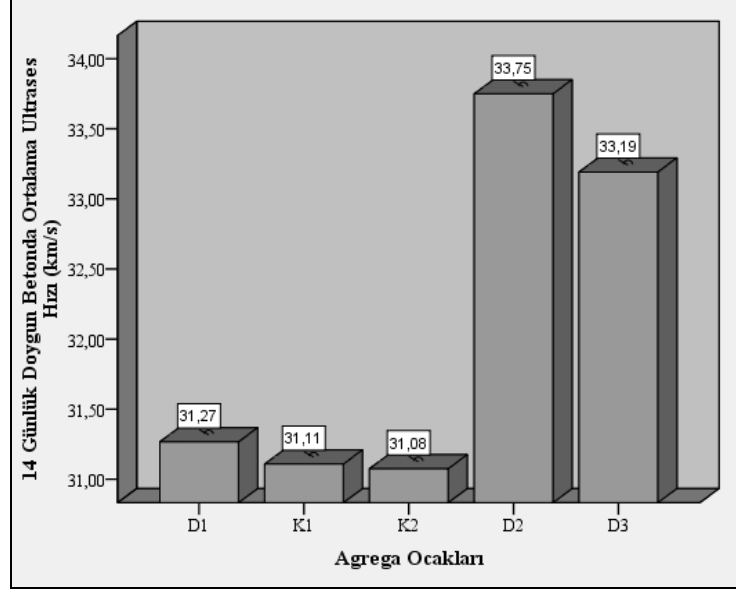
Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ D3 ocağından alınan agregalarla üretilen 7 günlük etüv kurusu durumdaki sertleşmiş betonun 37,52 km/s ile en az ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu,
- ✓ D1 ocağından alınan agregalarla üretilen 7 günlük etüv kurusu sertleşmiş betonun ise 39,74 km/s ile en yüksek ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu, görülmüştür.

14 günlük ocaklar bazında doygun durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin ultrases geçiş hızı ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.86'da, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.23'te verilmiştir.

Çizelge 5.86: 14 günlük doygun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Ultrases Geçiş Hızı (km/s)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	12	31,2667	0,49787	0,14372	30,9503	31,5830	30,60	32,30
K1	12	31,1083	0,49627	0,14326	30,7930	31,4237	30,70	32,50
K2	12	31,0750	0,69167	0,19967	30,6355	31,5145	30,20	32,30
D2	12	33,7500	0,35548	0,10262	33,5241	33,9759	33,10	34,40
D3	12	33,1917	0,32879	0,09491	32,9828	33,4006	32,70	33,70



Şekil 5.23: 14 günlük doymuş durumdaki beton için ortalama ultrases geçiş hızı değerleri

14 günlük için ocaklar bazında doymuş durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin ultrases geçiş hızı oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.87’de verilmiştir.

Çizelge 5.87: 14 günlük doymuş durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	79,684	4	19,921	82,520	0,000
Grup içi	13,277	55	0,241		
Toplam	92,962	59			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregalarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.88’de verilmiştir.

Çizelge 5.88: 14 günlük doymun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)		
		1	2	3
K2	12	31,075		
K1	12	31,108		
D1	12	31,267		
D3	12		33,192	
D2	12			33,750

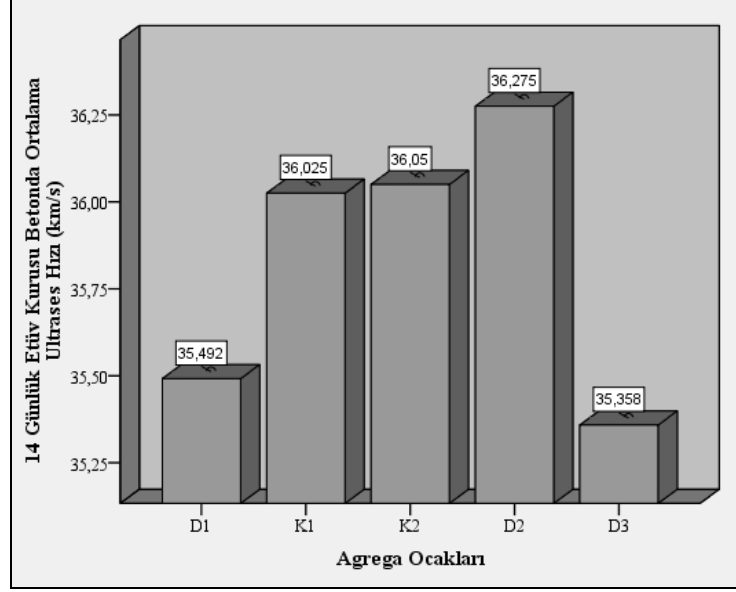
Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K2 ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük doymun durumdaki sertleşmiş betonun 31,08 km/s ile en az ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu,
- ✓ D2 ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük doymun durumdaki sertleşmiş betonun ise 33,75 km/s ile en yüksek ultrases değerine geçiş hızı sahip olduğu görülmüştür.

14 günlük ocaklar bazında etüv kurusu durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin ultrases geçiş hızı ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.89’da, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.24’te verilmiştir.

Çizelge 5.89: 14 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Ultrases Geçiş Hızı (km/s)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	12	35,4917	0,32322	0,09330	35,2863	35,6970	34,90	36,20
K1	12	36,0250	0,68772	0,19853	35,5880	36,4620	34,60	36,90
K2	12	36,0500	1,11396	0,32157	35,3422	36,7578	33,80	37,60
D2	12	36,2750	0,42453	0,12255	36,0053	36,5447	35,60	36,80
D3	12	35,3583	0,60971	0,17601	34,9709	35,7457	34,10	36,20



Şekil 5.24: 14 günlük etüv kurusu durumdaki beton için ortalama ultrases geçiş hızı değerleri

14 günlük için ocaklar bazında etüv kurusu durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin ultrases geçiş hızı oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.90’da verilmiştir.

Çizelge 5.90: 14 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	7,451	4	1,863	3,929	0,007
Grup içi	26,073	55	0,474		
Toplam	33,524	59			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregaya ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.91’de verilmiştir.

Çizelge 5.91: 14 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar (P≤0,05)		
		1	2	3
D3	12	35,358		
D1	12	35,492	35,492	
K1	12		36,025	36,025
K2	12		36,050	36,050
D2	12			36,275

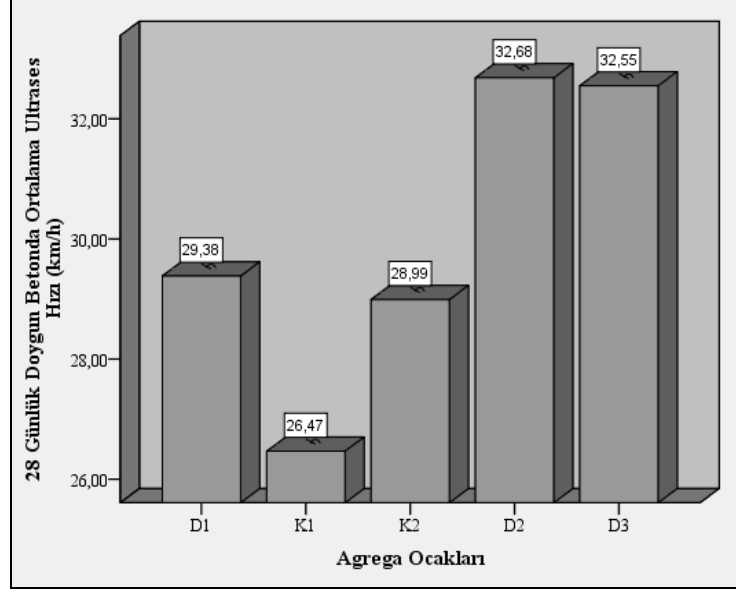
Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ D3 ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük etüv kurusu durumdaki sertleşmiş betonun 35,36 km/s ile en az ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu,
- ✓ D2 ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük etüv kurusu sertleşmiş betonun ise 36,28 km/s ile en yüksek ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu, görülmüştür.

28 günlük ocaklar bazında doygun durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin ultrases geçiş hızı ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.92’de, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.25’te verilmiştir.

Çizelge 5.92: 28 günlük doygun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Ultrases Geçiş Hızı (km/s)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	12	29,3833	1,05040	0,30322	28,7159	30,0507	26,90	30,20
K1	12	26,4667	0,23484	0,06779	26,3175	26,6159	26,00	26,80
K2	12	28,9917	1,19351	0,34454	28,2333	29,7500	25,60	30,00
D2	12	32,6833	0,72718	0,20992	32,2213	33,1454	31,60	34,40
D3	12	32,5500	0,90804	0,26213	31,9731	33,1269	31,30	33,60



Şekil 5.25: 28 günlük doymun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait ortalama ultrases değerleri

28 günlük için ocaklar bazında doymun durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin ultrases geçiş hızı oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.93'te verilmiştir.

Çizelge 5.93: 28 günlük doymun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait varyans analizi sonucu (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	330,997	4	82,749	105,111	0,000
Grup içi	43,299	55	0,787		
Toplam	374,296	59			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregata kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.94'de verilmiştir.

Çizelge 5.94: 28 günlük doygun durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar (P≤0,05)		
		1	2	3
K1	12	26,467		
K2	12		28,992	
D1	12		29,383	
D3	12			32,550
D2	12			32,683

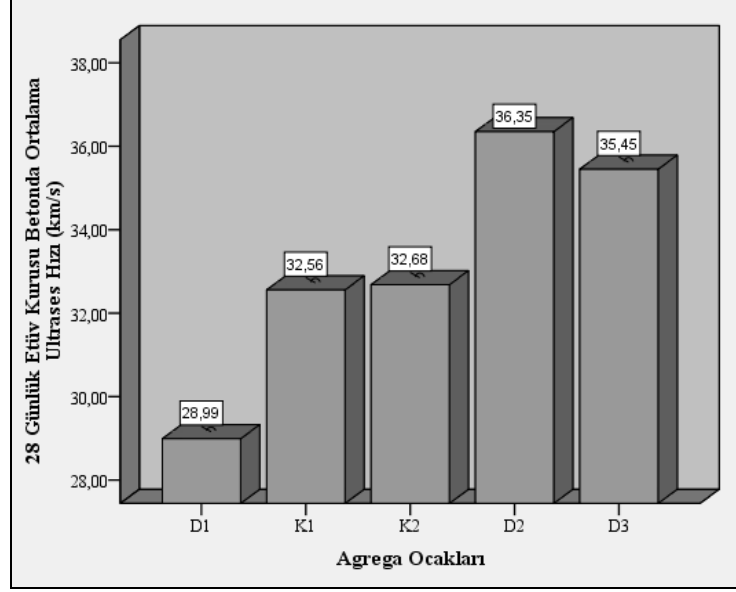
Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K1 ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük doygun durumdaki sertleşmiş betonun 26,47 km/s ile en az ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu,
- ✓ D2 ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük doygun durumdaki sertleşmiş betonun ise 32,68 km/s ile en yüksek ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu, görülmüştür.

28 günlük ocaklar bazında etüv kuru durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin ultrases geçiş hızı ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.95'te, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.26'da verilmiştir.

Çizelge 5.95: 28 günlük etüv kuru durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Ultrases Geçiş Hızı (km/s)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	12	28,9917	1,19351	0,34454	28,2333	29,7500	25,60	30,00
K1	12	32,5583	0,41442	0,11963	32,2950	32,8216	31,90	33,50
K2	12	32,6833	2,12339	0,61297	31,3342	34,0325	31,00	37,40
D2	12	36,3500	1,03441	0,29861	35,6928	37,0072	34,60	37,40
D3	12	35,4500	1,45509	0,42005	34,5255	36,3745	33,50	37,80



Şekil 5.26: 28 günlük etüv kurusu durumdaki beton için ortalama ultrases geçiş hızı değerleri

28 günlük için ocaklar bazında etüv kurusu durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin ultrases geçiş hızı oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.96’da verilmiştir.

Çizelge 5.96: 28 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	400,482	4	100,121	53,873	0,000
Grup içi	102,215	55	1,858		
Toplam	502,697	59			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregalardan kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.97’de verilmiştir.

Çizelge 5.97: 28 günlük etüv kurusu durumdaki betonun ultrases geçiş hızı değerleri verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar (P≤0,05)		
		1	2	3
D1	12	28,992		
K1	12		32,558	
K2	12		32,683	
D3	12			35,450
D2	12			36,350

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ D1 ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük etüv kurusu durumdaki sertleşmiş betonun 28,99 km/s ile en az ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu,
- ✓ D2 ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük etüv kurusu sertleşmiş betonun ise 36,35 km/s ile en yüksek ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu görülmüştür.

5.3.4. Schmidt Test Çekici İle Yüzey Sertliği

Üretilen sertleşmiş beton yüzeylerinin sertlik değerleri hakkında bilgi edinebilmek amacıyla TS 3260'a uygun olarak Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deneyleri yapılmıştır. Beton numunelerinin 7 günlük Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deneyinden elde edilen veriler Çizelge 5.98'de verilmiştir.

Çizelge 5.98: 7 günlük doygun yüzey kuru beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deney sonuçları(R)

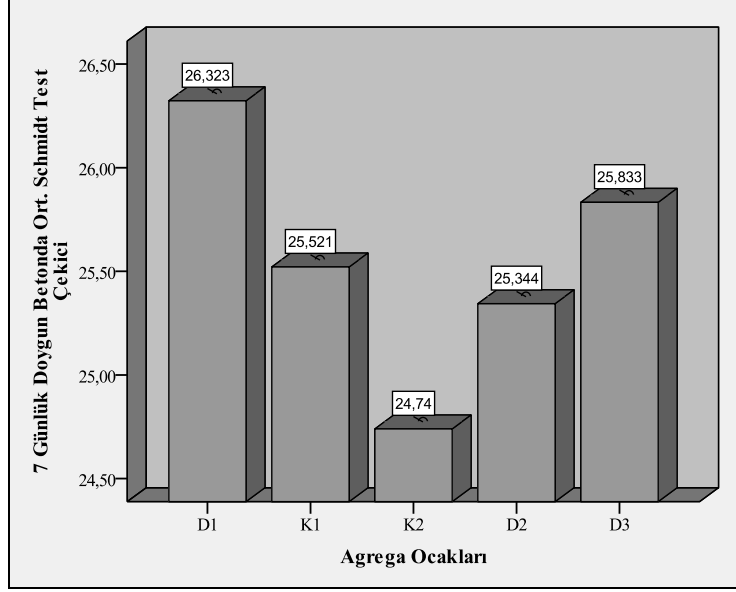
7 Günlük Doygun Kuru Yüzey Beton Numunelerinde Schmidt Test Çekici İle yüzey Sertliği Deneyi Sonuçları (R)																
No	D1															
1	22	24	26	29	24	29	30	27	24	27	24	28	33	23	26	24
2	28	26	28	27	27	26	24	28	24	24	28	27	28	22	26	26
3	26	25	28	27	26	29	29	26	24	27	28	29	25	25	26	25
4	30	23	32	25	27	27	20	30	27	29	24	26	29	28	29	29
5	26	21	28	23	25	28	28	22	27	26	27	26	24	26	28	24
6	25	26	27	24	28	28	27	22	22	27	30	27	26	27	25	28
D2																
1	25	26	27	24	25	25	26	25	24	27	28	26	28	25	27	26
2	26	26	25	25	24	27	27	26	27	28	24	26	24	28	26	29
3	26	24	24	28	26	26	27	25	24	22	24	26	21	26	24	26
4	24	23	26	21	26	22	24	25	18	23	25	24	28	26	25	29

5	24	28	25	24	24	26	23	25	22	28	27	23	23	27	25	25
6	26	24	28	29	27	27	23	22	24	25	24	27	24	27	28	29
D3																
1	28	26	28	28	28	25	28	28	26	27	26	27	26	22	25	28
2	25	27	24	27	27	22	26	22	24	27	26	24	30	27	26	25
3	24	24	28	27	23	25	28	26	28	26	24	27	25	23	24	21
4	24	24	26	25	26	22	27	26	26	25	26	25	27	25	23	22
5	29	28	28	32	25	29	26	34	27	26	28	21	25	26	28	29
6	24	24	28	26	27	28	27	25	22	25	21	25	25	28	22	25
K1																
1	28	24	23	24	20	24	26	24	24	23	22	26	26	25	23	26
2	26	25	24	27	24	26	24	26	26	29	24	24	24	24	24	24
3	22	28	24	27	28	26	26	26	25	28	28	26	26	26	30	30
4	26	24	26	30	25	27	25	28	29	26	21	27	28	28	32	25
5	25	26	26	25	25	24	24	22	26	27	24	29	28	22	26	28
6	22	28	25	28	25	25	26	27	25	23	26	24	22	24	26	25
K2																
1	29	22	26	26	27	22	26	22	28	18	26	30	25	25	27	20
2	22	25	26	26	22	28	30	28	26	26	25	22	25	26	22	22
3	22	27	22	24	20	26	20	24	23	21	20	29	27	25	23	27
4	25	27	24	28	27	28	22	29	28	26	27	27	24	18	25	30
5	23	23	27	24	24	24	28	28	25	22	24	25	24	24	22	24
6	20	23	28	22	27	24	25	21	21	22	25	27	25	25	26	28

7 günlük ocaklar bazında doymun kurusu durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği ile yüzey sertliği deney sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.99’da, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.27’de verilmiştir.

Çizelge 5.99: 7 günlük doymun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği (R)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	96	26,3229	2,35973	0,24084	25,8448	26,8010	20,00	33,00
K1	96	25,5208	2,13728	0,21814	25,0878	25,9539	20,00	32,00
K2	96	24,7396	2,72317	0,27793	24,1878	25,2913	18,00	30,00
D2	96	25,3438	1,98854	0,20295	24,9408	25,7467	18,00	29,00
D3	96	25,8333	2,28803	0,23352	25,3697	26,2969	21,00	34,00



Şekil 5.27: 7 günlük doymun durumdaki beton için ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verileri ortalama değerleri

7 günlük için ocaklar bazında doymun durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.100’de verilmiştir.

Çizelge 5.100: 7 günlük doymun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	132,271	4	33,068	6,183	0,000
Grup içi	2540,427	475	5,348		
Toplam	2672,698	479			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregalarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.101’de verilmiştir.

Çizelge 5.101: 7 günlük doymun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)		
		1	2	3
K2	96	24,74		
D2	96	25,34	25,34	
K1	96		25,52	
D3	96		25,83	25,83
D1	96			26,32

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K2 ocağından alınan agregalarla üretilen 7 günlük doymun durumdaki sertleşmiş betonun 24,74 R ile en az Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerine sahip olduğu,
 - ✓ D1 ocağından alınan agregalarla üretilen 7 günlük doymun durumdaki sertleşmiş betonun ise 26,32 R ile en yüksek değere sahip olduğu,
- görülmüştür.

7 günlük ocaklar bazında etüv kurusu durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deneyinden elde edilen sonuçlar Çizelge 5.102’de, tanımlayıcı istatistikler Çizelge 103’de, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.28’de verilmiştir.

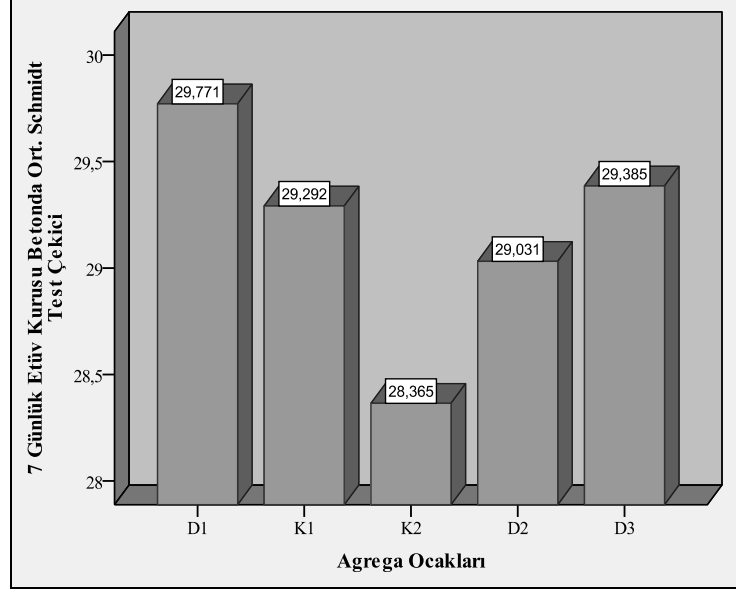
Çizelge 5.102: 7 günlük etüv kurusu beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deney sonuçları(R)

7 Günlük Etüv Kurusu Beton Numunelerinde Schmidt Test Çekici İle yüzey Sertliği Deneyi Sonuçları (R)																
No	D1															
1	37	30	30	27	31	30	32	26	30	29	32	29	24	30	30	33
2	27	30	34	39	26	31	30	30	26	28	33	35	29	29	26	24
3	33	27	32	36	28	29	32	28	31	30	30	30	26	32	28	27
4	28	30	34	32	34	22	34	25	28	29	32	26	30	29	22	30
5	28	34	27	31	28	26	29	30	30	33	32	33	28	29	29	29
6	31	28	32	32	28	29	36	31	30	31	31	28	27	28	33	26
D2																
1	30	29	30	30	30	29	31	26	32	29	31	28	29	31	33	30
2	26	25	26	30	29	28	32	31	31	30	29	31	30	27	30	28
3	29	31	28	30	25	25	28	29	29	29	26	31	31	29	28	28
4	29	29	26	26	26	30	29	28	29	30	30	29	31	27	28	29
5	28	26	31	33	25	25	26	30	28	28	27	25	26	27	26	27
6	32	31	33	31	31	27	30	34	29	34	34	29	28	31	32	30

D3																
1	28	28	30	31	30	28	31	30	28	29	29	29	31	29	32	26
2	28	28	29	30	28	29	25	26	31	28	29	30	28	30	29	30
3	32	30	26	31	32	25	28	30	24	28	30	30	34	32	30	30
4	30	30	30	31	29	27	31	29	28	33	32	31	30	28	32	30
5	30	31	27	28	30	29	27	31	30	32	27	29	30	28	30	27
6	25	31	29	30	30	29	32	28	28	34	30	31	30	31	30	27
K1																
1	28	30	27	31	30	30	35	28	29	29	29	25	32	24	30	28
2	29	28	32	29	26	27	34	30	34	29	32	29	28	33	30	30
3	27	29	27	26	30	29	32	30	29	29	30	28	32	28	33	30
4	34	27	29	28	34	32	32	33	31	30	31	30	28	30	29	31
5	27	32	32	25	29	25	33	29	24	29	33	31	34	30	35	31
6	26	24	25	28	24	22	28	26	27	24	28	27	40	29	25	27
K2																
1	29	29	29	29	28	25	30	29	27	25	32	28	29	27	30	24
2	29	28	29	26	30	27	27	32	30	30	28	25	27	27	25	29
3	28	27	26	28	29	32	32	28	28	28	22	26	26	28	26	28
4	30	30	29	29	32	27	30	28	30	27	29	31	30	32	32	29
5	28	29	30	28	27	31	27	31	28	30	28	27	29	28	33	28
6	26	27	29	28	27	26	26	28	30	26	29	30	30	28	27	28

Çizelge 5.103: 7 günlük etüv kurusu durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği (R)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	96	29,77	3,035	0,310	29,16	30,39	22	39
K1	96	29,29	2,987	0,305	28,69	29,90	22	40
K2	96	28,36	1,969	0,201	27,97	28,76	22	33
D2	96	29,03	2,217	0,226	28,58	29,48	25	34
D3	96	29,39	1,905	0,194	29,00	29,77	24	34



Şekil 5.28: 7 günlük etüv kurusu beton için ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği ortalama değerleri

7 günlük için ocaklar bazında etüv kurusu durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.104’te verilmiştir.

Çizelge 5.104: 7 günlük etüv kurusu durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	104,654	4	26,164	4,281	0,002
Grup içi	2902,677	475	6,111		
Toplam	3007,331	479			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregalarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.105’te verilmiştir.

Çizelge 5.105: 7 günlük etüv kurusu durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)	
		1	2
K2	96	28,36	
D2	96	29,03	29,03
K1	96		29,29
D3	96		29,39
D1	96		29,77

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K1 ocağından alınan agregalarla üretilen 7 günlük etüv kurusu durumdaki sertleşmiş betonun 28,36 R ile en az Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerine sahip olduğu,
 - ✓ D1 ocağından alınan agregalarla üretilen 7 günlük etüv kurusu durumdaki sertleşmiş betonun ise 29,77 R ile en yüksek Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerine sahip olduğu,
- görülmüştür.

14 günlük ocaklar bazında doygun durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deneyinden elde edilen sonuçlar Çizelge 5.106'da, tanımlayıcı istatistikler Çizelge 107'de, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.29'da verilmiştir.

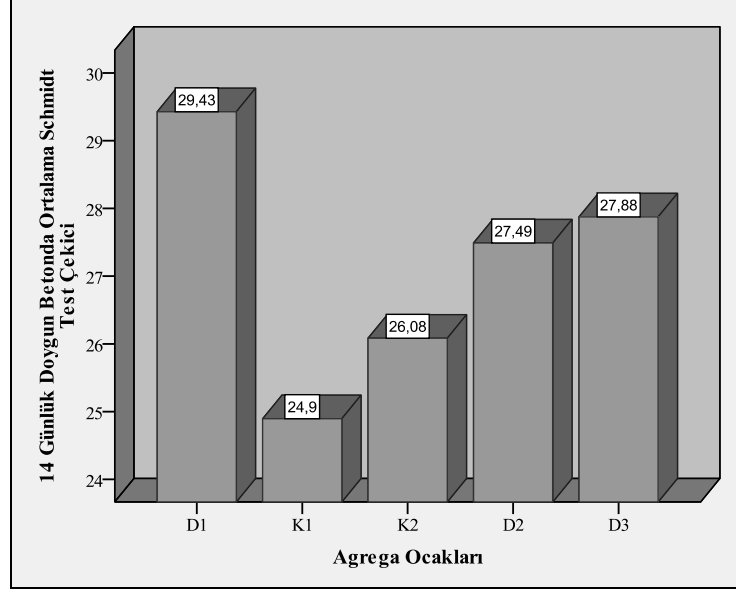
Çizelge 5.106: 14 günlük doygun yüzey kuru beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deney sonuçları(R)

14 Günlük Doygun Kuru Yüzey Beton Numunelerinde Schmidt Test Çekici İle yüzey Sertliği Deneyi Sonuçları (R)																
No	D1															
1	30	29	28	31	30	26	29	28	26	31	33	29	30	28	32	25
2	32	34	35	35	26	27	31	31	34	30	32	28	32	31	24	31
3	28	26	26	27	28	28	30	27	24	26	30	29	30	27	31	24
4	26	31	27	32	27	31	30	29	33	30	30	27	26	30	30	30
5	33	29	31	29	31	27	25	25	32	29	31	32	31	26	25	29
6	24	30	30	32	34	34	35	30	32	30	30	26	31	33	33	28
D2																
1	30	28	27	26	28	26	26	25	29	25	27	22	28	26	27	27
2	28	28	28	26	28	26	28	27	31	25	30	27	26	23	29	25
3	30	27	27	25	25	28	26	25	28	27	27	25	28	28	25	24

4	28	29	26	25	26	28	30	32	27	27	25	26	28	25	30	26
5	27	26	28	25	29	30	32	29	31	28	26	32	27	29	27	31
6	26	25	28	29	29	31	30	28	27	26	28	31	30	29	28	32
D3																
1	29	26	28	29	28	28	28	22	25	29	26	28	29	25	26	29
2	29	31	28	29	29	28	27	27	24	28	27	26	31	27	30	26
3	33	31	32	28	27	30	26	28	26	28	29	28	27	26	26	27
4	27	28	25	29	30	29	30	27	27	26	25	28	24	27	28	25
5	30	26	28	30	30	28	28	29	26	24	31	25	30	29	28	26
6	26	30	31	25	30	29	27	24	27	30	26	29	29	33	31	32
K1																
1	24	26	25	24	24	25	23	27	23	28	24	26	24	25	24	23
2	21	24	23	27	23	23	30	22	26	25	30	27	20	26	23	26
3	26	24	23	24	25	27	23	24	21	27	25	24	23	27	26	24
4	25	25	26	29	26	25	23	23	28	24	26	21	26	23	21	22
5	26	30	24	27	25	24	25	26	26	26	29	30	21	26	29	24
6	25	27	26	21	26	26	28	22	22	22	25	25	24	28	24	24
K2																
1	29	28	31	22	31	30	27	24	22	28	28	27	29	24	32	30
2	26	24	26	24	24	27	25	30	26	25	28	29	29	29	28	28
3	27	27	24	29	28	29	25	31	26	25	30	29	26	29	26	28
4	22	25	25	25	29	27	23	24	24	22	25	24	25	23	28	22
5	28	22	27	25	25	24	27	24	26	27	24	24	20	25	22	24
6	22	26	25	24	30	27	24	24	25	26	24	25	27	24	29	26

Çizelge 5.107: 14 günlük doygun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait Schmidt test çekici değerleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği (R)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	96	29,43	2,752	0,281	28,87	29,98	24	35
K1	96	24,90	2,227	0,227	24,44	25,35	20	30
K2	96	26,08	2,541	0,259	25,57	26,60	20	32
D2	96	27,49	2,072	0,212	27,07	27,91	22	32
D3	96	27,88	2,129	0,217	27,44	28,31	22	33



Şekil 5.29: 14 günlük doymun durumdaki numuneler için ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği ortalama değerleri

14 günlük için ocaklar bazında doymun durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.108’de verilmiştir.

Çizelge 5.108: 14 günlük doymun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait varyans analizi sonucu (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi ($P \leq 0,05$)
Gruplar arası	1156,321	4	289,080	51,968	0,000
Grup içi	2642,271	475	5,563		
Toplam	3798,592	479			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregata kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.109’da verilmiştir.

Çizelge 5.109: 14 günlük doymun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)			
		1	2	3	4
K1	96	24,90			
K2	96		26,08		
D2	96			27,49	
D3	96			27,88	
D1	96				29,43

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K1 ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük doymun durumdaki sertleşmiş betonun 24,90 R ile en az Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerine sahip olduğu,
- ✓ D1 ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük doymun durumdaki sertleşmiş betonun ise 29,43 R ile en yüksek Schmidt test ile yüzey sertliği çekici değerine sahip olduğu, görülmüştür.

14 günlük ocaklar bazında etüv kurusu durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deneyinden elde edilen sonuçlar Çizelge 5.110'da, tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.111'de, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.30'da verilmiştir.

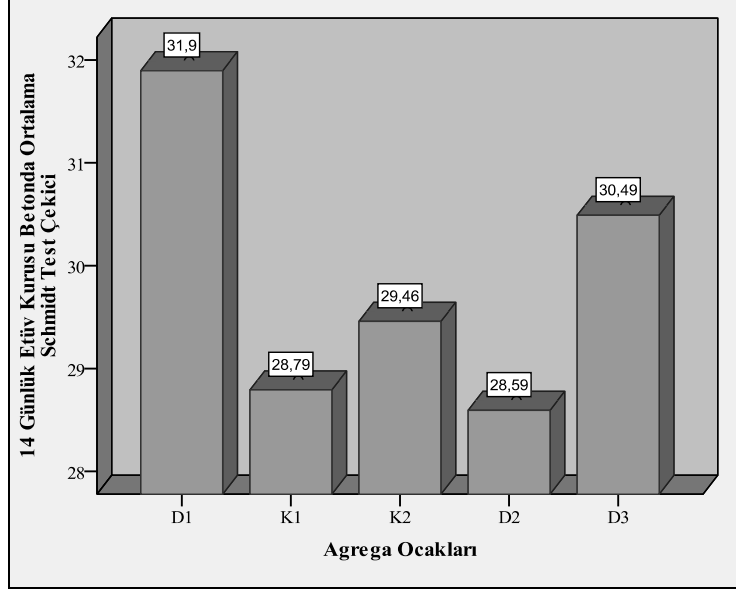
Çizelge 5.110: 14 günlük etüv kurusu beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deney sonuçları(R)

14 Günlük Etüv Kuru Beton Numunelerinde Schmidt Test Çekici İle Yüzey Sertliği Deneyi Sonuçları (R)																	
No	D1																
1	32	31	32	30	34	34	33	30	33	32	34	33	32	34	34	33	
2	34	33	31	32	36	34	33	35	32	33	34	32	31	32	31	34	
3	33	33	32	34	32	35	32	30	32	32	30	33	32	31	30	30	
4	29	34	30	31	34	31	35	29	31	30	31	31	30	30	31	29	
5	32	35	33	34	30	35	29	31	34	30	31	28	30	32	34	31	
6	33	32	30	31	32	31	32	32	30	31	28	29	33	31	31	32	
	D2																
1	26	30	28	31	27	26	30	28	28	27	27	27	30	28	30	27	
2	27	27	28	30	26	28	29	27	28	30	30	29	29	30	31	30	
3	28	30	29	31	28	29	27	26	30	30	30	28	28	28	29	29	
4	28	30	30	29	30	28	29	27	29	30	29	28	30	27	28	29	
5	26	28	29	27	29	30	29	28	26	30	28	31	29	30	31	30	
6	27	28	28	29	26	28	30	27	28	30	31	29	28	27	29	29	

D3																	
1	28	32	33	30	30	28	31	29	29	32	30	30	30	31	31	30	
2	30	30	29	31	34	31	29	31	28	32	30	32	32	30	30	29	
3	34	32	32	32	30	31	30	30	30	32	31	30	33	32	30	32	
4	32	30	29	31	30	28	32	30	29	30	30	31	28	30	30	32	
5	32	30	30	31	30	31	31	30	29	29	30	30	29	30	31	30	
6	29	31	32	31	30	32	31	30	32	31	31	32	30	29	28	30	
K1																	
1	29	28	31	29	28	33	28	31	30	30	32	27	28	30	30	31	
2	26	29	25	32	29	30	30	28	29	30	30	28	28	27	26	24	
3	27	26	27	26	30	26	28	28	27	32	33	30	24	30	27	30	
4	28	33	29	28	28	30	30	26	34	29	30	28	26	30	28	30	
5	30	32	32	28	28	27	26	28	29	32	29	30	29	35	28	30	
6	28	25	26	25	24	30	30	28	30	27	29	28	28	30	30	29	
K2																	
1	33	30	28	30	34	30	28	31	29	32	28	28	28	28	30	32	
2	28	31	33	30	30	32	30	30	29	30	29	28	30	31	29	26	
3	26	29	30	27	30	29	31	30	27	31	33	31	27	29	34	31	
4	27	32	33	30	28	30	29	30	28	27	27	28	27	29	31	30	
5	30	29	27	26	33	34	30	29	27	26	26	26	29	28	30	31	
6	26	28	28	29	28	29	29	28	33	33	30	31	31	30	29	29	

Çizelge 5.111: 14 günlük etüv kurusu durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği (R)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
					D1	96		
K1	96	28,79	2,186	0,223	28,35	29,23	24	35
K2	96	29,46	2,010	0,205	29,05	29,87	26	34
D2	96	28,59	1,373	0,140	28,32	28,87	26	31
D3	96	30,49	1,290	0,132	30,23	30,75	28	34



Şekil 5.30: 14 günlük etüv kurusu numuneler için ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği ortalama değerleri

14 günlük için ocaklar bazında etüv kurusu durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.112’de verilmiştir.

Çizelge 5.112: 14 günlük etüv kurusu durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	714,821	4	178,705	57,991	0,000
Grup içi	1463,771	475	3,082		
Toplam	2178,592	479			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agrega ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.113’te verilmiştir.

Çizelge 5.113: 14 günlük etüv kurusu durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)			
		1	2	3	4
D2	96	28,59			
K1	96	28,79			
K2	96		29,46		
D3	96			30,49	
D1	96				31,90

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ D1 ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük etüv kurusu durumdaki sertleşmiş betonun 28,59 R ile en az Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerine sahip olduğu,
- ✓ D1 ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük etüv kurusu durumdaki sertleşmiş betonun ise 31,90 R ile en yüksek değere sahip olduğu, görülmüştür.

28 günlük ocaklar bazında doymun durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deneyinden elde edilen sonuçlar Çizelge 5.114'te, tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.115'te, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.31'de verilmiştir.

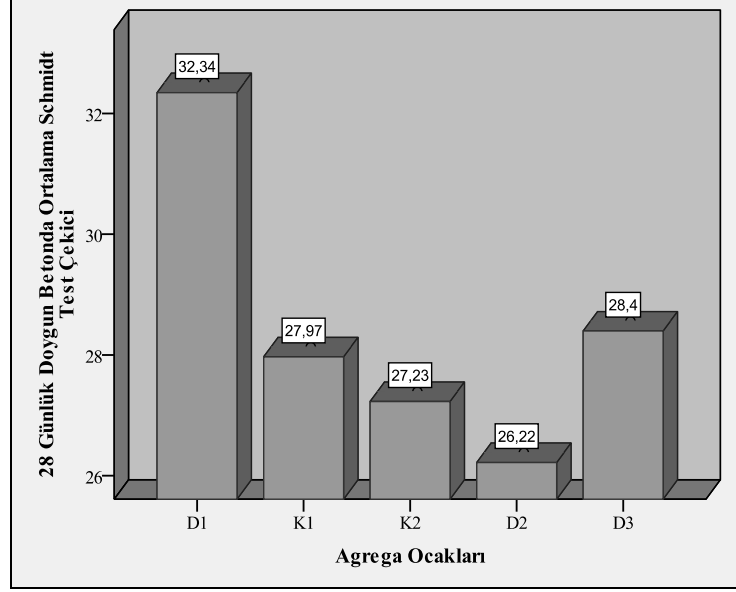
Çizelge 5.114: 28 günlük doymun yüzey kuru beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deney sonuçları(R)

28 Günlük Doymun Kuru Yüzey Beton Numunelerinde Schmidt Test Çekici İle yüzey Sertliği Deneyi Sonuçları (R)																
No	D1															
1	32	34	33	32	34	28	31	30	35	34	32	28	32	34	36	33
2	30	34	34	33	34	36	35	33	29	35	36	34	30	33	34	33
3	33	33	35	30	31	30	32	32	32	33	29	34	28	34	33	29
4	32	33	34	33	33	31	32	32	31	32	34	33	31	35	36	30
5	32	30	34	33	34	33	33	36	31	31	35	33	30	33	32	33
6	34	30	29	31	29	29	30	31	31	28	33	29	36	33	34	34
D2																
1	24	25	28	24	32	28	28	28	25	28	27	26	24	25	26	
2	24	29	24	26	25	22	29	29	29	25	28	26	24	24	26	26
3	24	28	28	23	26	30	22	25	30	26	26	32	24	26	25	26
4	25	28	24	28	22	28	33	27	24	23	25	26	24	28	24	26
5	25	27	26	26	27	25	27	28	28	28	25	26	26	25	27	25
6	25	24	26	26	26	26	26	26	26	24	29	24	30	27	29	24
D3																

1	26	26	26	26	26	29	26	30	28	30	22	26	24	26	22	28
2	26	28	25	26	24	23	21	26	24	28	26	26	24	25	28	24
3	28	26	28	28	36	31	30	35	26	25	29	30	24	32	32	30
4	24	25	28	24	32	35	34	28	26	26	30	26	31	26	30	34
5	30	33	32	30	31	28	28	30	31	30	33	28	26	34	30	34
6	33	30	28	33	30	32	28	30	30	34	30	28	32	28	30	28
K1																
1	30	33	26	32	31	30	32	31	33	34	31	34	29	30	32	33
2	30	31	33	29	28	26	25	24	28	26	28	24	29	28	28	30
3	27	26	30	32	27	24	24	25	31	29	29	30	28	29	26	28
4	24	26	24	24	27	30	26	25	26	26	25	28	25	27	24	28
5	26	24	24	27	23	29	28	30	27	25	26	24	29	26	28	27
6	30	28	27	29	31	28	32	29	30	25	28	27	26	28	30	26
K2																
1	28	25	29	27	31	27	28	30	27	26	25	30	26	31	30	28
2	27	28	30	25	26	29	26	32	24	27	23	22	22	23	26	31
3	29	30	27	25	23	26	27	26	27	27	26	27	28	26	32	25
4	31	30	31	25	30	27	28	29	27	25	24	25	28	27	28	29
5	24	26	31	26	26	29	25	24	30	29	26	26	27	28	28	29
6	26	26	25	27	28	26	30	27	28	30	24	30	26	29	25	29

Çizelge 5.115: 28 günlük doymun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği (R)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	96	32,34	2,077	0,212	31,92	32,76	28	36
K1	96	27,97	2,701	0,276	27,42	28,52	23	34
K2	96	27,23	2,287	0,233	26,77	27,69	22	32
D2	96	26,22	2,148	0,219	25,78	26,65	22	33
D3	96	28,40	3,281	0,335	27,73	29,06	21	36



Şekil 5.31: 28 günlük doymun durumdaki numuneler için ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği ortalama değeri

28 günlük için ocaklar bazında doymun durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.116'da verilmiştir.

Çizelge 5.116: 28 günlük doymun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi ($P \leq 0,05$)
Gruplar arası	2098,846	4	524,711	81,427	0,000
Grup içi	3060,885	475	6,444		
Toplam	5159,731	479			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agrega ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.117'de verilmiştir.

Çizelge 5.117: 28 günlük doygun durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar (P≤0,05)			
		1	2	3	4
D2	96	26,22			
K2	96		27,23		
K1	96			27,97	
D3	96			28,40	
D1	96				32,34

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ D2 ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük doygun durumdaki sertleşmiş betonun 26,22 R ile en az Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerine sahip olduğu,
 - ✓ D1 ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük doygun durumdaki sertleşmiş betonun ise 32,34 R ile en yüksek Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerine sahip olduğu,
- görülmüştür.

28 günlük ocaklar bazında etüv kurusu durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deneyinden elde edilen sonuçlar Çizelge 5.118’de, tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.119’da, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.32’de verilmiştir.

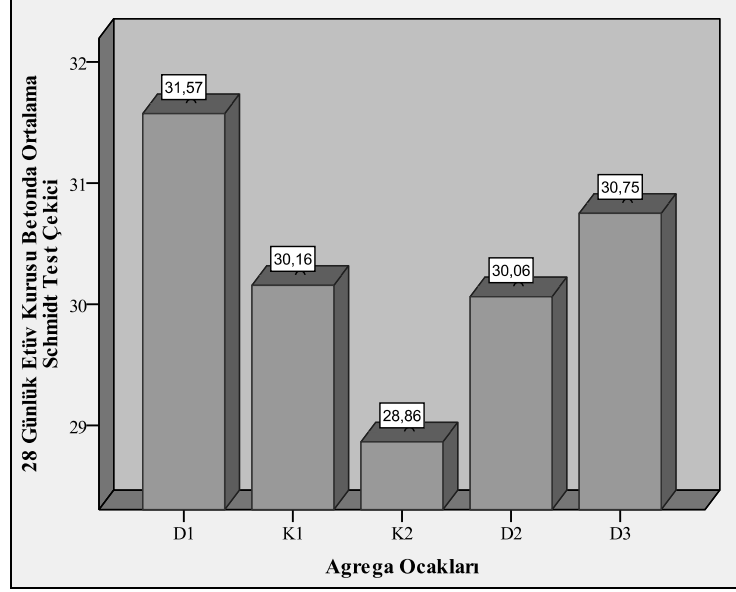
Çizelge 5.118: 28 günlük etüv kurusu beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deney sonuçları(R)

28 Günlük Etüv Kuru Beton Numunelerinde Schmidt Test Çekici İle yüzey Sertliği Deneyi Sonuçları (R)																	
No	D1																
1	33	30	31	29	33	30	33	31	30	32	33	31	29	32	30	31	
2	32	32	32	30	30	36	35	35	33	30	32	33	30	34	31	33	
3	30	31	31	33	33	33	32	30	34	32	33	34	31	34	34	32	
4	31	30	31	30	30	33	31	33	29	33	30	32	31	29	28	32	
5	30	31	30	33	34	34	31	34	33	32	30	30	36	34	32	34	
6	30	31	33	31	29	31	30	29	29	33	30	30	30	31	31	29	
	D2																
1	29	28	29	31	32	31	30	31	30	30	33	31	30	29	29	30	
2	30	30	30	29	29	31	31	30	29	30	31	31	31	31	30	32	
3	30	31	27	32	29	30	28	31	30	30	29	29	28	30	32	29	
4	29	31	30	29	28	33	29	29	32	31	32	30	32	31	32	31	
5	28	29	30	32	30	28	29	29	30	31	28	29	28	30	32	30	
6	29	29	30	30	30	29	28	30	30	32	32	31	31	32	29	29	

D3																
1	29	32	31	30	28	30	29	30	29	28	30	31	33	32	30	31
2	28	28	33	31	29	33	30	33	32	31	29	32	29	29	31	28
3	31	32	29	31	30	31	33	30	32	33	34	30	28	31	33	31
4	33	31	31	30	29	33	33	32	32	33	35	31	30	31	33	33
5	30	30	33	29	32	30	29	30	29	30	30	29	32	29	30	31
6	30	33	32	31	30	28	31	33	30	30	31	29	31	30	32	30
K1																
1	31	30	33	30	30	29	29	28	27	30	31	28	29	27	29	30
2	31	32	32	29	30	28	30	29	32	30	29	29	29	30	33	28
3	33	34	30	33	30	32	29	30	32	32	31	30	32	31	30	34
4	30	29	28	28	32	29	29	31	32	30	28	32	31	30	29	31
5	30	30	32	28	29	30	30	29	29	33	29	28	33	31	32	33
6	31	30	28	30	29	30	29	32	30	29	30	28	31	30	30	28
K2																
1	30	31	39	30	28	29	28	29	30	29	33	29	27	29	28	29
2	26	27	27	27	26	29	28	26	27	31	32	30	26	28	29	26
3	30	33	27	28	30	30	28	28	25	28	26	27	27	31	31	32
4	30	28	26	28	29	30	31	26	27	28	29	29	31	30	34	30
5	26	27	27	26	29	28	30	31	33	30	30	27	29	29	28	28
6	28	27	30	28	28	29	30	30	28	27	31	30	29	29	31	28

Çizelge 5.119: 28 günlük etüv kurusu durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği (R)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
					D1	96		
K1	96	30,16	1,598	0,163	29,83	30,48	27	34
K2	96	28,86	2,116	0,216	28,44	29,29	25	39
D2	96	30,06	1,288	0,131	29,80	30,32	27	33
D3	96	30,75	1,596	0,163	30,43	31,07	28	35
Toplam	480	30,28	1,904	0,087	30,11	30,45	25	39



Şekil 5.32: 28 günlük etüv kuru numuneler için ortalama Schmidt test çekici ile yüzey sertliği ortalama değerleri

28 günlük için ocaklar bazında etüv kuru durumdaki sertleşmiş beton numunelerinin Schmidt test çekici ile yüzey sertliği oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.120’de verilmiştir.

Çizelge 5.120: 28 günlük etüv kuru durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi ($P \leq 0,05$)
Gruplar arası	380,021	4	95,005	33,255	0,000
Grup içi	1357,010	475	2,857		
Toplam	1737,031	479			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agrega ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.121’de verilmiştir.

Çizelge 5.121: 28 günlük etüv kurusu durumdaki betonun Schmidt test çekici ile yüzey sertliği verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)			
		1	2	3	4
K2	96	28,86			
D2	96		30,06		
K1	96		30,16		
D3	96			30,75	
D1	96				31,57

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K2 ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük etüv kurusu durumdaki sertleşmiş betonun 28,86 R ile en az Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerine sahip olduğu,
- ✓ D1 ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük etüv kurusu durumdaki sertleşmiş betonun ise 31,57 R ile en yüksek Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerine sahip olduğu görülmüştür.

5.3.5. Basınç Dayanımı

Beton numunelerinin basınç dayanımı deneyinden elde edilen veriler Çizelge 5.122’de verilmiştir.

Çizelge 5.122: 7–14 ve 28 günlük beton numunelerinin basınç dayanımı değerleri

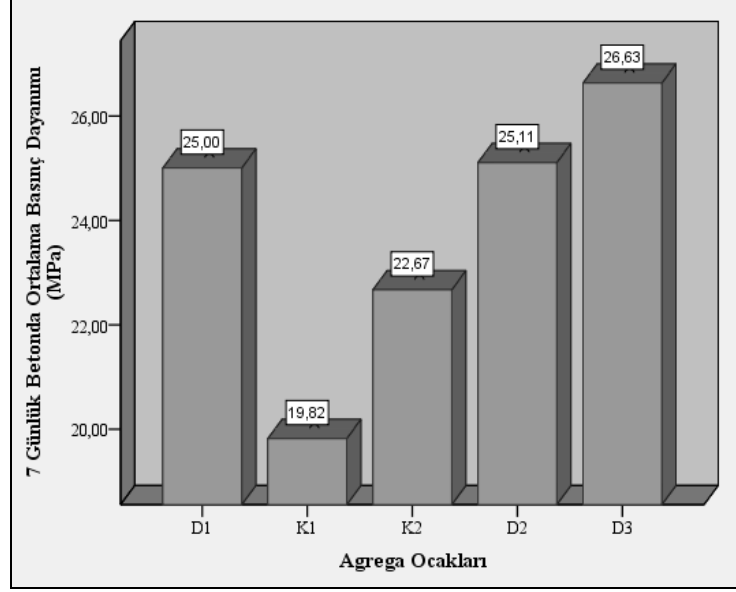
7 Günlük		14 Günlük		28 Günlük	
D1					
No	Gerilme (MPa)	No	Gerilme (MPa)	No	Gerilme (MPa)
1	27,26	1	31,02	1	34,99
2	25,29	2	28,71	2	36,31
3	22,46	3	29,38	3	34,04
D2					
1	26,21	1	29,62	1	32,61
2	26,61	2	29,40	2	32,12
3	22,50	3	28,56	3	33,39
D3					
1	25,98	1	31,77	1	34,92
2	28,36	2	30,39	2	33,81

3	25,55	3	30,30	3	34,13
K1					
1	20,45	1	22,53	1	29,48
2	19,41	2	22,40	2	28,68
3	19,60	3	23,84	3	26,96
K2					
1	22,65	1	28,54	1	29,77
2	22,43	2	25,53	2	28,92
3	22,93	3	28,04	3	30,47

7 günlük ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin basınç dayanımı ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.123'te, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.33'te verilmiştir.

Çizelge 5.123: 7 günlük beton için basınç verilerine ait değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Basınç Verileri (MPa)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamlar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
D1	3	25,0033	2,41281	1,39303	19,0096	30,9971	22,46	27,26
K1	3	19,8200	0,55381	0,31974	18,4443	21,1957	19,41	20,45
K2	3	22,6700	0,25060	0,14468	22,0475	23,2925	22,43	22,93
D2	3	25,1067	2,26628	1,30844	19,4769	30,7364	22,50	26,61
D3	3	26,6300	1,51357	0,87386	22,8701	30,3899	25,55	28,36



Şekil 5.33: 7 günlük numuneler için ortalama basınç mukavemeti değerleri

7 günlük için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin basınç dayanımı oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.124’de verilmiştir.

Çizelge 5.124: 7 günlük beton için basınç verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi ($P \leq 0,05$)
Gruplar arası	84,813	4	21,203	7,785	0,004
Grup içi	27,236	10	2,724		
Toplam	112,049	14			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregalarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.125’de verilmiştir.

Çizelge 5.125: 7 günlük beton için basınç verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)		
		1	2	3
K1	3	19,820		
K2	3	22,670	22,670	
D1	3		25,0033	25,003
D2	3		25,107	25,107
D3	3			26,630

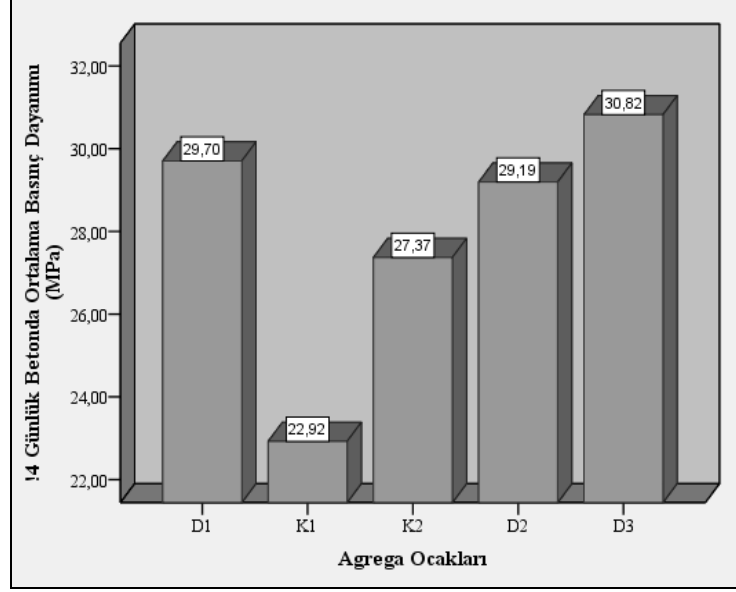
Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K1 ocağından alınan agregalarla üretilen 7 sertleşmiş betonun 19,82 MPa ile en az Basınç Dayanımına sahip olduğu,
 - ✓ D3 ocağından alınan agregalarla üretilen 7 sertleşmiş betonun 26,63 MPa ile en az yüksek Basınç Dayanımına sahip olduğu,
- görölmüştür

14 günlük ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin basınç dayanımı ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.126'te, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.34'te verilmiştir.

Çizelge 5.126: 14 günlük beton için basınç verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Basınç Verileri (MPa)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
					D1	3		
K1	3	22,9233	0,79651	0,45987	20,9447	24,9020	22,40	23,84
K2	3	27,3700	1,61298	0,93125	23,3631	31,3769	25,53	28,54
D2	3	29,1933	0,55940	0,32297	27,8037	30,5830	28,56	29,62
D3	3	30,8200	0,82395	0,47571	28,7732	32,8668	30,30	31,77



Şekil 5.34: 14 günlük numuneler için ortalama basınç dayanımları

14 günlük için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin basınç dayanımı oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.127’te verilmiştir.

Çizelge 5.127: 14 günlük betonun basınç değerleri için varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi ($P \leq 0,05$)
Gruplar arası	115,342	4	28,835	25,561	0,000
Grup içi	11,281	10	1,128		
Toplam	126,622	14			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agregalarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.128’de verilmiştir.

Çizelge 5.128: 14 günlük betonun basınç değerleri için Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)		
		1	2	3
K1	3	22,923		
K2	3		27,370	
D2	3		29,193	29,193
D1	3			29,703
D3	3			30,820

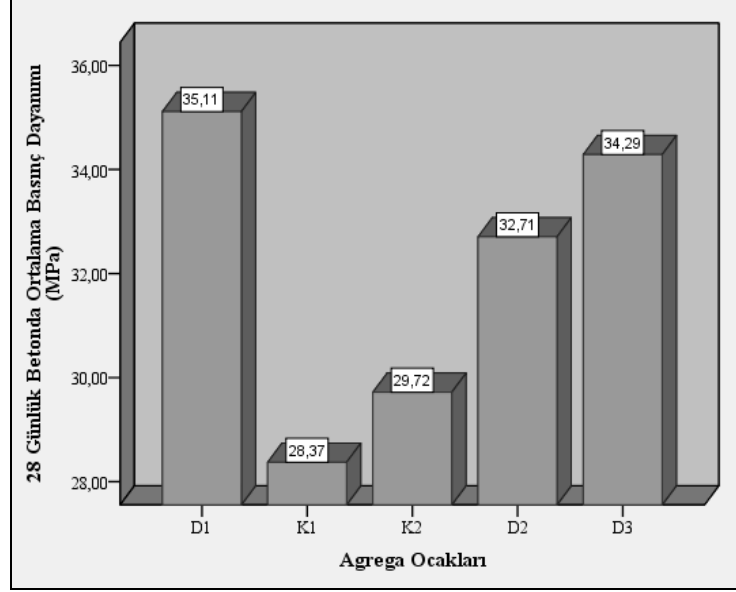
Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K1 ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük sertleşmiş betonun 22,923 MPa ile en az Basınç Dayanımına sahip olduğu,
 - ✓ D3 ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük sertleşmiş betonun 30,82 MPa ile en yüksek Basınç Dayanımına sahip olduğu,
- görülmüştür

28 günlük ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin basınç dayanımı ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.129'da, bu sonuçlarla ilgili grafik Şekil 5.35'te verilmiştir.

Çizelge 5.129: 28 günlük beton için basınç verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Agrega Ocağı	N	Ortalama Basınç Verileri (MPa)	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamalar için % 95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
					D1	3		
K1	3	28,3733	1,28769	0,74345	25,1745	31,5721	26,96	29,48
K2	3	29,7200	0,77621	0,44814	27,7918	31,6482	28,92	30,47
D2	3	32,7067	0,64049	0,36979	31,1156	34,2977	32,12	33,39
D3	3	34,2867	0,57134	0,32987	32,8674	35,7060	33,81	34,92



Şekil 5.35: 28 günlük numuneler için ortalama basınç dayanımları

28 günlük için ocaklar bazında sertleşmiş beton numunelerinin basınç dayanımı oranlarının karşılaştırılması için gerçekleştirilen varyans analizi sonucu Çizelge 5.130’da verilmiştir.

Çizelge 5.130: 28 günlük betonun basınç verilerine ait varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (P≤0,05)
Gruplar arası	101,293	4	25,323	29,467	0,000
Grup içi	8,594	10	0,859		
Toplam	109,886	14			

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucuna göre agregalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olduğu ($P \leq 0,05$) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılığın hangi agrega ocaklarından kaynaklandığını tespit edebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 5.131’ de verilmiştir.

Çizelge 5.131: 28 günlük betonun basınç verilerine ait Duncan testi sonuçları

Agrega Grupları	N	Farklı Olan Gruplar ($P \leq 0,05$)		
		1	2	3
K1	3	28,373		
K2	3	29,720		
D2	3		32,707	
D3	3		34,287	34,287
D1	3			35,113

Duncan testi sonucuna göre;

- ✓ K1 ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük sertleşmiş betonun 28,373 MPa ile en az basınç dayanımına sahip olduğu,
 - ✓ D1 ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük sertleşmiş betonun 35,113 MPa ile en yüksek basınç dayanımına sahip olduğu,
- görülmüştür.

5.4. GENEL DEĞERLENDİRME

Seçilen ocaklardan alınan agregalar üzerinde tane dağılımı, gevşek ve sıkışık birim ağırlık, organik madde oranı, ince madde oranı, yüzey nemi oranı, tane yoğunluğu ve su emme oranı, donma-çözünme direnci, Los Angeles aşınma direnci, darbe dayanımı (impact value), kırılma dayanımı (crushing value), mohs sertlik deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Bu agregalarla yapılan taze betonlar üzerinde Çökme deneyi, taze beton yoğunluk tayini ve Ve-be deneyi yapılmıştır.

Üretilen betonların 7, 14 ve 28 günlük sertleşmelerinden sonra yoğunluk tayini, su emme oranı belirlenmesi, ultrases geçiş hızı, Schmidt test çekici ile yüzey sertliği, yarmada çekme dayanımı, basınç dayanımı deneyleri yapılmıştır.

Yapılan çalışmada elde edilen tüm deneysel sonuçlar agreg aocaklarına göre bir bütün halinde karşılaştırmalı olarak Çizelge 5.129'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.132: Ocaklar Bazında Karşılaştırmalı Deney Sonuçları

Deney Grupları	Deney İsimleri	Zaman (gün)	Tane Çapı (mm)	Agrega Ocakları				
				D1	D2	D3	K1	K2
Agrega Deneyleri	Gevşek Birim Ağırlık		0-5	1,303	1,640	1,461	1,556	1,651
			5-12	1,417	1,552	1,512	1,536	1,367
			12-22	1,410	1,545	1,408	1,390	1,389
	Sıkışık Birim Ağırlık		0-5	1,562	1,793	1,675	1,816	1,814
			5-12	1,558	1,669	1,601	1,694	1,520
			12-22	1,516	1,717	1,570	1,563	1,542
	Organik Madde Oranı		0-5	Açık Sarı	Renksiz	Renksiz	Renksiz	Açık Sarı
			5-8	Açık Sarı	Renksiz	Renksiz	Renksiz	Açık Sarı
	İnce Madde Oranı		0-5	2,333	4,100	3,433	11,967	6,433
			5-12	0,617	0,567	0,167	1,400	0,633
			12-22	0,660	0,393	0,053	0,767	0,660
	Yüzey Nemi Oranı		0-5	1,280	0,843	0,637	0,033	0,133
			5-12	0,807	0,700	0,567	0,533	0,133
			12-22	0,533	0,737	0,433	0,033	0,067
	Tane Yoğunluğu		0-5	2,593	2,713	2,690	2,550	2,593
			5-12	2,757	2,623	2,740	2,693	2,670
			12-22	2,720	2,717	2,743	2,797	2,727
	Su Emme Oranı		0-5	2,857	1,603	2,313	2,260	1,610
			5-12	1,383	1,980	1,697	1,900	1,637
			12-22	0,560	1,227	0,727	0,490	0,480
Donma-Çözünme Direnci (%)		5-12	2,667	4,533	3,333	2,933	3,800	
		12-22	1,133	2,000	1,267	0,800	1,800	
Los Angeles Aşınma Direnci (%)		10-14	18,840	32,487	25,873	24,487	26,020	
Darbe Dayanımı (%)		10-14	13,530	20,517	18,560	17,283	16,337	
Kırılma Dayanımı (%)		10-14	19,253	25,270	22,043	21,620	23,943	
Mohs Sertlik			5,5-6,0	6,0-7,0	6,0-7,0	5,5-6,0	5,5-6,0	
Taze Beton Deneyleri	Çökme Deneyi			10,650	11,150	11,350	11,000	10,250
	Yoğunluk Tayini			2,369	2,364	2,354	2,365	2,358
	Ve-Be			4,000	4,150	4,185	3,590	3,755
Sertleşmiş Beton Deneyleri	Yoğunluk Tayini	7		2,378	2,370	2,355	2,378	2,375
		14		2,380	2,373	2,348	2,362	2,358
		28		2,377	2,350	2,367	2,358	2,337
	Su Emme Oran	7		5,283	4,297	3,382	4,057	3,548
		14		3,242	3,325	2,963	3,222	3,643
		28		2,477	3,143	3,505	4,285	2,708
	Ultrases Geçiş Hızı (doğun)	7		31,875	32,375	31,883	30,650	30,492
		14		28,642	30,958	30,450	28,542	28,508
		28		26,892	29,958	29,933	24,258	26,533
	Ultrases Geçiş Hızı (etüv kuru)	7		36,292	35,517	34,408	36,058	34,442
		14		32,542	33,250	32,467	33,000	33,000
		28		26,533	33,458	32,542	29,858	29,567
	Schmidt Test Çekici İle Yüzey Sertliği (doğun)	7		25,469	24,500	24,979	24,740	23,917
		14		28,479	26,604	26,938	24,083	25,240
		28		31,396	25,448	27,438	27,115	26,385
	Schmidt Test Çekici İle Yüzey Sertliği (etüv kuru)	7		28,781	28,135	28,479	28,448	27,458
		14		30,906	27,698	29,510	27,917	28,573
		28		30,594	29,156	29,823	29,219	27,948
	Yarmada Çekme Dayanımı	7		2,157	2,190	2,373	1,707	1,930
		14		2,597	2,433	2,627	1,887	2,237
		28		3,267	2,600	2,957	2,273	2,400
	Basınç Dayanımı	7		25,003	25,107	26,630	19,820	22,670
		14		29,703	29,193	30,820	22,923	27,370
		28		35,113	32,707	34,287	28,373	29,720

Deney sonuçlarına göre, doğal agregaların kırma taş agregalara oranla daha iyi mühendislik özelliklerine sahip olduğu, farklı ocaklardan elde edilen agregalarla üretilen betonlardan D1 ocağından alınan agregalarla hazırlanan betonların en iyi mekanik özelliklere sahip olduğu, bununla birlikte Düzce yöresinden elde edilen agregalarının beton üretimine uygun olduğu görülmüştür.

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Düzce yöresi agregalarının beton üretiminde kullanılabilirliklerinin araştırılması amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar, hem agregaların hem de sertleşmiş betonun mühendislik özellikleri açısından değerlendirilmiştir.

Agrega gevşek ve sıkışık birim ağırlığı açısından;

- ✓ Doğal agrega ocaklarında en az gevşek birim ağırlığın $1,302 \text{ gr/cm}^3$ ile Aksu deresi agregası ocağında olduğu, en yüksek gevşek birim ağırlığın ise $1,640 \text{ gr/cm}^3$ ile Asar deresi agregası ocağında olduğu belirlenmiştir.
- ✓ Kırma taş agregası ocaklarında en az gevşek birim ağırlığın $1,388 \text{ gr/cm}^3$ ile 12-22 mm çapındaki agregalarda ve Hasanoğlan Barajı agregası ocağında olduğu, en yüksek gevşek birim ağırlığın ise $1,651 \text{ gr/cm}^3$ ile 0-5 mm çapındaki agregalarda ve Hasanoğlan Barajı agregası ocağında olduğu belirlenmiştir.
- ✓ Doğal agregası ocaklarında en az sıkışık birim ağırlığın $1,516 \text{ gr/cm}^3$ ile 12-22 mm çapındaki agregalarda ve Aksu deresi agregası ocağında, en yüksek sıkışık birim ağırlığın ise $1,793 \text{ gr/cm}^3$ ile 0-5 mm çapındaki agregalarda ve Asar deresi agregası ocağında olduğu belirlenmiştir.
- ✓ Kırma taş agregası ocaklarında en az sıkışık birim ağırlığın $1,520 \text{ gr/cm}^3$ ile 12-22 mm çapındaki agregalarda ve Hasanoğlan Barajı agregası ocağında olduğu, en yüksek sıkışık birim ağırlığın ise $1,816 \text{ gr/cm}^3$ ile 0-5 mm çapındaki agregalarda ve Hasanoğlan Barajı agregası ocağında olduğu belirlenmiştir.

Agrega ince madde oranı açısından;

- ✓ Doğal agregası ocaklarında en az ince madde oranının % 0,0533 ile Küçük Melen agregası ocağında olduğu, en yüksek ince madde oranının ise % 4,1 ile 0-5 mm çapındaki agregalar için Asar Deresi agregası ocağında olduğu belirlenmiştir.

- ✓ Kırma taş agrega ocaklarında en az ince madde oranını % 1,520 ile 12-22 mm çapındaki agregalarda ve Hasanoğlan Barajı agrega ocağında olduğu, en yüksek ince madde oranının % 11,96 ile 0-5 mm çapındaki agregalarda ve Hasanoğlan Barajı agrega ocağında olduğu belirlenmiştir.

Agrega yüzey nemi oranı açısından;

- ✓ Doğal agrega ocaklarında en az yüzey nemi oranının % 0,433 ile 12-22 mm çapındaki agregalarda ve Küçük Melen agrega ocağında olduğu, en yüksek yüzey nemi oranının ise % 1,28 ile 0-5 mm çapındaki agregalar için Aksu deresi agrega ocağında olduğu belirlenmiştir.
- ✓ Kırma taş agrega ocaklarında en az yüzey nemi oranının % 0,033 ile 0-5 mm çapındaki agregalar için Hasanoğlan Barajı agrega ocağında olduğu, en yüksek yüzey nemi oranının ise % 0,533 ile 5-12 mm çapındaki agregalarda ve Hasanoğlan Barajı agrega ocağında olduğu belirlenmiştir.

Agrega tane yoğunlukları açısından;

- ✓ 0–5 mm tane çapına sahip agregaların ortalama doygun tane yoğunluğunda en küçük değer 2,55 gr/cm³ ile Hasanoğlan Barajı agrega ocağı, en büyük değer ise 2,713 gr/cm³ ile Asar deresi agrega ocağı olduğu, birbirine oranının ise % 6,39 olduğu görülmüştür.
- ✓ 5–12 mm tane çapına sahip agregaların ortalama doygun tane yoğunluğunda en küçük değer 2,62 gr/cm³ ile Asar deresi agrega ocağı, en büyük değer ise 2,693 gr/cm³ ile Hasanoğlan Barajı agrega ocağı olduğu, birbirine oranının ise % 2,66 olduğu,
- ✓ 12–22 mm tane çapına sahip agregaların ortalama doygun tane yoğunluğunda en küçük değer 2,716 gr/cm³ ile Asar deresi agrega ocağı, en büyük değer ise 2,796 gr/cm³ ile Hasanoğlan Barajı agrega ocağı olduğu, birbirine oranının ise % 2,94 olduğu görülmüştür.

Agrega su emme oranları açısından;

- ✓ Doğal agregaların içinde en az su emme oranının Aksu deresi agrega ocağında ve % 0,56 ile tane çapı 12-22 mm olan agregalarda olduğu belirlenmiştir.

- ✓ Kırma taş agregalarda en çok su emme oranının ise Hasanoğlan Barajı agrega ocağında % 2,26 ile 0-5mm tane çapına sahip agregalarda olduğu belirlenmiştir.

Agrega Donma-özünme etkisi açısından;

Agregaların dona dayanıklılık deneylerinde, standart Na₂SO₄ özeltisi ile yapılan deneylerde ağırlık kaybı en çok % 15 olmalıdır. Bu açıdan bakıldığında,

- ✓ Doğal agregaların içinde en az donma çözünme ağırlık kaybının % 1,133 ile Aksu deresi agrega ocağında ve tane çapı ile 12-22 mm olan agregalarda olduğu, en çok donma çözünme ağırlık kaybının ise % 4,533 ile Asar deresi agrega ocağında ve 5-12 mm tane çapına sahip agregalarda olduğu belirlenmiştir.
- ✓ Kırma taş agregalarda en az donma çözünme ağırlık kaybının % 0,80 ile Hasanoğlan Barajı agrega ocağında ve tane çapı ile 12-22 mm olan agregalarda olduğu en çok donma çözünme ağırlık kaybının ise % 3,80 ile Kurt suyu agrega ocağında ve tane çapı ile 5-12 mm olan agregalarda olduğu belirlenmiştir.

Agrega Los Angeles deney sonuçları açısından;

- ✓ Aksu deresi agrega ocağındaki agregaların % 18,84 ile en az Los Angeles değerine sahip olduğu buna karşılık Asar deresi agrega ocağındaki agregaların ise % 32,48 ile en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Agrega Darbe Deneyi (Impact Value Değeri) sonuçları açısından;

- ✓ Aksu deresi agrega ocağındaki agregaların % 13,53 ile en az çarpma değerine sahip olduğu buna karşılık Asar deresi agrega ocağındaki agregaların ise % 20, 51 ile en yüksek değere sahip olduğu,

Agrega Ezilme Deneyi (Crushing Value) sonuçları açısından;

- ✓ Aksu deresi agrega ocağındaki agregaların % 19,25 ile en az değere sahip olduğu buna karşılık Asar deresi agrega ocağındaki agregaların ise % 25,27 ile en yüksek değere sahip olduğu,

Sertleşmiş betonda su emme özelliği açısından;

- ✓ 7 günlük sertleşmiş betonda, Küçük melen agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun % 3,381 ile en az su emme oranına sahip olduğu buna karşılık Aksu deresi agrega ocağından alınan agregalarla üretilen sertleşmiş betonun ise % 5,283 ile en çok su emme oranına sahip olduğu belirlenmiştir.
- ✓ 14 günlük sertleşmiş betonda, Küçük melen agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun % 2,963 ile en az su emme oranına sahip olduğu buna karşılık Kurt suyu agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun ise % 3,643 ile en çok su emme oranına sahip olduğu belirlenmiştir.
- ✓ 28 günlük sertleşmiş betonda, Aksu deresi agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun % 2,476 ile en az su emme oranına sahip olduğu buna karşılık Hasanoğlan Barajı agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun ise % 4,285 ile en çok su emme oranına sahip olduğu belirlenmiştir.

Sertleşmiş betonun yoğunluğu açısından;

- ✓ Küçük Melen agrega ocağından alınan agregalarla üretilen 7 günlük sertleşmiş betonun $2,355 \text{ gr/cm}^3$ ile en az yoğunluğa sahip olduğu buna karşılık Hasanoğlan Barajı agrega ocağından alınan agregalarla üretilen sertleşmiş betonun $2,378 \text{ gr/cm}^3$ ile en yüksek değere sahip olduğu ancak üretilen sertleşmiş betonların tane yoğunlukları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Küçük Melen agrega ocağı ile Hasanoğlan Barajı agrega ocağından üretilen betonlarda Hasanoğlan Barajı agrega ocağından üretilen betonun yoğunluğu Küçük Melen agrega ocağından üretilen betona göre % 0,9 daha fazladır.
- ✓ Küçük Melen agrega ocağından alınan agregalarla üretilen 14 günlük sertleşmiş betonun $2,348 \text{ gr/cm}^3$ ile en az yoğunluğa sahip olduğu buna karşılık Aksu deresi agrega ocağından alınan agregalarla üretilen sertleşmiş betonun $2,380 \text{ gr/cm}^3$ ile en yüksek değere sahip olduğu ancak üretilen sertleşmiş betonların tane yoğunlukları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Her ikisi arasındaki farkın yaklaşık % 1,35 olduğu görülmüştür.
- ✓ Kurt suyu agrega ocağından alınan agregalarla üretilen 28 günlük sertleşmiş betonun $2,336 \text{ gr/cm}^3$ ile en az yoğunluğa sahip olduğu buna karşılık Aksu deresi agrega

ocağından alınan agregalarla üretilen sertleşmiş betonun $2,376 \text{ gr/cm}^3$ ile en yüksek değere sahip olduğu ancak üretilen sertleşmiş betonların tane yoğunlukları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Her ikisi arasındaki farkın yaklaşık % 1,71 olduğu görülmüştür.

Sertleşmiş betonda yarmada çekme dayanımı açısından;

- ✓ 7 günlük sertleşmiş betonda, Hasanoğlan barajı agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun 1,706 MPa ile en az yarmada çekme dayanımına sahip olduğu, buna karşılık Küçük Melen agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun ise 2,373 MPa ile en yüksek yarmada çekme dayanımına sahip olduğu belirlenmiştir. Her ikisi arasındaki yarmada çekme dayanımı farkının yaklaşık % 39,09 oranında olduğu görülmüştür.
- ✓ 14 günlük sertleşmiş betonda, Hasanoğlan barajı agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun 1,886 MPa ile en az yarmada çekme dayanımına sahip olduğu buna karşılık Küçük Melen agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun ise 2,626 MPa ile en yüksek yarmada çekme dayanımına sahip olduğu belirlenmiştir. Her ikisi arasındaki yarmada çekme dayanımı farkının yaklaşık % 39,23 oranında olduğu görülmüştür.
- ✓ 28 günlük sertleşmiş betonda, Hasanoğlan barajı agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun 2,273 MPa ile en az yarmada çekme dayanımına sahip olduğu buna karşılık Aksu deresi agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun ise 3,266 MPa ile en yüksek yarmada çekme dayanımına sahip olduğu belirlenmiştir. Her ikisi arasındaki yarmada çekme dayanımı farkının yaklaşık % 43,68 oranında olduğu görülmüştür.

Sertleşmiş betonda ultrases geçiş hızı deney sonuçları açısından;

- ✓ 7 günlük sertleşmiş betonda, Kurt suyu agrega ocağından alınan agregalarla üretilen doygun haldeki betonun $33,25 \text{ km/s}$ ile en az ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu buna karşılık Aksu deresi agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun ise $39,741 \text{ km/s}$ ile en yüksek ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Her ikisi arasındaki farkının yaklaşık % 19,52 oranında olduğu görülmüştür.

- ✓ 14 günlük sertleşmiş betonda, Kurt suyu agrega ocağından alınan agregalarla üretilen doygun durumdaki betonun 31,075 km/s ile en az ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu buna karşılık Asar deresi agrega ocağından alınan agregalarla üretilen etüv kurusu durumdaki betonun ise 36,275 km/s ile en yüksek ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Her ikisi arasındaki farkının yaklaşık % 16,73 oranında olduğu görülmüştür.
- ✓ 28 günlük sertleşmiş betonda, Hasanoğlan Barajı agrega ocağından alınan agregalarla üretilen doygun durumdaki betonun 26,466 km/s ile en az ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu buna karşılık, Asar deresi agrega ocağından alınan agregalarla üretilen etüv kurusu betonun ise 36,35 km/s ile en yüksek ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Her ikisi arasındaki farkının yaklaşık % 37,34 oranında olduğu görülmüştür.

Sertleşmiş betonda Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deneyi sonuçları açısından;

- ✓ 7 günlük sertleşmiş betonda, Kurt suyu agrega ocağından alınan agregalarla üretilen doygun durumdaki sertleşmiş betonun 24,74 R ile en az Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerine sahip olduğu buna karşılık Aksu deresi agrega ocağından alınan agregalarla üretilen etüv kurusu durumdaki betonun ise 29,77 R ile en yüksek Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Her ikisi arasındaki farkının yaklaşık % 20,33 oranında olduğu görülmüştür.
- ✓ 14 günlük sertleşmiş betonda, Hasanoğlan Barajı agrega ocağından alınan agregalarla üretilen doygun durumdaki sertleşmiş betonun 24,90 R ile en az Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerine sahip olduğu buna karşılık Aksu deresi agrega ocağından alınan agregalarla üretilen etüv kurusu durumdaki sertleşmiş betonun ise 31,90 R ile en yüksek Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Her ikisi arasındaki farkının yaklaşık % 28,11 oranında olduğu görülmüştür.
- ✓ 28 günlük sertleşmiş betonda, Asar deresi agrega ocağından alınan agregalarla üretilen doygun durumdaki betonun 26,22 R ile en az Schmidt test çekici ile yüzey sertliği değerine sahip olduğu buna karşılık Aksu deresi agrega ocağından alınan agregalarla üretilen doygun durumdaki betonun ise 32,34 R ile en yüksek Schmidt test çekici ile

yüzey sertliği değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Her ikisi arasındaki farkının yaklaşık % 23,34 oranında olduğu görülmüştür.

Sertleşmiş betonda basınç dayanımı açısından;

- ✓ 7 günlük sertleşmiş betonda, Hasanoğlan Barajı agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun 19,82 MPa ile en az basınç dayanımına sahip olduğu buna karşılık Küçük Melen agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun ise 26,63 MPa ile en az yüksek basınç dayanımına sahip olduğu belirlenmiştir. Her ikisi arasındaki farkının yaklaşık % 34,35 oranında olduğu görülmüştür.
- ✓ 14 günlük sertleşmiş betonda, Hasanoğlan Barajı agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun 22,923 MPa ile en az basınç dayanımına sahip olduğu buna karşılık Küçük Melen agrega ocağından alınan agregalarla üretilen sertleşmiş betonun ise 30,82 MPa ile en yüksek basınç dayanımına sahip olduğu belirlenmiştir. Her ikisi arasındaki farkının yaklaşık % 34,45 oranında olduğu görülmüştür.
- ✓ 28 günlük sertleşmiş betonda, Hasanoğlan Barajı agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun 28,373 MPa ile en az basınç dayanımına sahip olduğu buna karşılık Aksu deresi agrega ocağından alınan agregalarla üretilen betonun ise 35,113 MPa ile en yüksek basınç dayanımına sahip olduğu belirlenmiştir. Her ikisi arasındaki farkının yaklaşık % 23,75 oranında olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, doğal agregaların kırma taş agregalara oranla daha iyi mühendislik özelliklerine sahip olduğu, farklı ocaklardan elde edilen agregalarla üretilen betonlardan D1 ocağından alınan agregalarla hazırlanan betonların en iyi mekanik özelliklere sahip olduğu, bununla yanında Düzce yöresinden elde edilen agregalarının beton üretimine uygun olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Akbaba, H., 2007, *Agrega Türünün Hafif Blokların Özelliklerine Etkisinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi.
- Akman, S., 1977. *Yapı Malzemeleri*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Cilt 35, Sayı 3.
- Anonim1, 2007, *Agrega Web Sayfası*, <http://www.agrega.info/> [Ziyaret tarihi:13 Mayıs 2010].
- Apaydın, M.S., 2007, *Farklı Kökenli Agregaların Beton Özelliklerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Apaydın, M.S., 2007, *Farklı Kökenli Agregaların Beton Özelliklerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Arıcı, E., 2007, *Van Yöresindeki Volkanik Tüf'ün Beton Mukavemetine Etkisi ve Taşıyıcı Hafif Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliğini Araştırılması*, Y. Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fırat Üniversitesi.
- Arslan M., Demir İ., 2005, *Kırşehir Yöresi Kırmataş Agregalarının Mühendislik Özellikleri*, G. Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt:20 No:3 SayfaNo: 335-346.
- Arslan M., Demir İ., 2006, *Kırşehir Yöresi Kırmataşlarının Beton Ağregası Olarak Kullanılabilirliği*, G. Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21 (3), 489-497.
- ASTM C 29, 1994, *Standard Test Method For Spesific Gravity and Unit Weight and Voids in Aggregate*, Annual Book of ASTM Standards, U.S.A
- ASTM C 597, 1998, *Standard Test Method for Pulse Velocity through Concrete*, Annual Book of ASTM Standards, U.S.A.
- Baradan, B., 1997, *Yapı Malzemesi-II*, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Beyazıt, Ö.L., 1988, *Beton ve Deneyleri*, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, DSİ Matbaası, 46-60.

- Bloem, D.L., Gaynor, R.D., 1963, *Effects of Aggregate Properties on Strength of Concrete*, Journal of American Concrete Inst., Volume:60, pp.1429–1456, October.
- BS812-110, 1990, *Testing aggregates method for determination of aggregate crushing value*, British Standards Institution.
- BS812-112, 1990, *Testing aggregates method for determination of aggregate impact value*, British Standards Institution.
- Buldum, M., 2006, *İstanbul Ömerli Bölgesindeki Kumtaşlarının Betonda İnce Agregaya Olarak Kullanılabilirliği*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi.
- Çomak, B., 2007, *Isparta Yöresinde Çıkarılan Ve Beton Üretiminde Agregaya Olarak Kullanılan Malzemelerin Özelliklerinin Belirlenmesi*, Y. Lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Durmuş, G., Şimşek, O., Dayı M., 2009, *Geri Dönüşümlü İri Agregaların Beton Özelliklerine Etkisi*, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 24(1), 183-189.
- Erdoğan, Y.T., 1995, *Betonu Oluşturan Malzemeler Agregalar*, Türkiye Hazır Beton Birliği Yayını, İstanbul, 110.
- Erdogan, Y.T., 2003. *Beton*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gelistirme Vakfı Yayını, Ankara.
- Erol, G., 2008, *Boztepe Taş Ocağı Malzemesinin Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Cumhuriyet Üniversitesi.
- Hansen, W.C., 1967, *Basic Chemistry of Reactions of Aggregates in Portland Cement Concrete*, J. of Materials, Vol. 2, No. 2, June
- Hüsem, M., 1995, *Doğu Karadeniz Bölgesi Doğal Hafif Agregalarından Biriyle Yapılan Hafif Betonun Geleneksel Bir Betonla Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi*, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Kocaman, B., 2000, *Doğu Anadolu Bölgesindeki Hafif ve Normal Agregalarla Üretilen Betonların Fiziksel, Mekanik ve Isı İletkenlik Özelliklerinin Belirlenmesi ile Tarımsal Yapılarda Kullanılma Olanakları Üzerine Bir Araştırma*, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi.
- Kocataşkın, F., 1991, *Betonun Dünü Bugünü Yarını, 2. Ulusal Beton Kongresi, Yüksek Dayanımlı Beton*, Türkiye Hazır Beton Birliği Yayını, İstanbul: Kardeşler Matbaası, 23–42.

- Mindess, S., Young, J.F., 1981, *Concrete*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Neville, A.M., 1981, *Properties Of Concrete*, Third Edition, Longman Scientific and Technical.
- Özen, M., 2007, *Agrega Şekil Parametreleri İle Beton Dayanımı Arasındaki İlişkinin Görüntü Yöntemleri Yardımıyla İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Özgüler, A.T., 2007, *Kendiliğinden Yerleşen Betonların Mekaniksel Özelliklerine Agregat Tipinin Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fırat Üniversitesi.
- Özkul, H., Taşdemir, M.A., Tokyay, M., Uyan, M., 1999, *Meslek Liseleri İçin Her Yönüyle Beton*, Türkiye Hazır Beton Birliği Yayını, İstanbul.
- Postacıoğlu, B., 1975, *Bağlayıcı Maddeler, Agregalar Beton*, İstanbul Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul.
- Postacıoğlu, B., 1987, *Bağlayıcı Maddeler, Agregalar, Beton*, Cilt 2, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.
- Pul, S., 1994, *Agrega Petrografik Yapısının Betonun Dayanım ve Akışkanlığı Üzerindeki Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Sarıdemir, M., 2008, *Farklı Agregalarla Üretilmiş Beton Özelliklerinin Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Mantık ile Tahmin Edilmesi*, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Söylemez, N., 2008, *Sivas bölgesi hazır beton üretiminde doğal kum-çakıl ile kırmataş ürünlerinin mukayesesi*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Cumhuriyet Üniversitesi.
- Subaşı, S. ve Emiroğlu, M., 2008, *Lif Kullanılan Kendiliğinden Yerleşen Betonlarda İşlenebilirlik ve Basınç Dayanımı Arasındaki İlişki Analizi*, Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi, 20 (3), 527-539.
- Subaşı, S., 2009, *The Effects of Using Fly Ash on High Strength Lightweight Concrete Produced With Expanded Clay Aggregate*, Scientific Research and Essays, 4(4), 275-288.
- Sengül, Ö., Taşdemir, C., Koruç, S., Yüceer, Z., 2003, *Agrega Türünün Farklı Beton Sınıflarının Asınma Dayanımına Etkisi*, 5. Ulusal Beton Kongresi, Betonun Dayanıklılığı, İstanbul: İnşaat Mühendisleri Odası, 525-534.
- Şimsek, O., 2004, *Beton ve Beton Teknolojisi*, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

- Şimşek, O, 2007, *Beton Bileşenleri ve Deneyleri*, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 978-975-02-0369-5
- TS 707, 1980, *Beton Agregalarından Numune Alma ve Deneysel Numunesi Hazırlama Yöntemi*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 3260, 1978, *Beton yüzey sertliği yolu ile yaklaşık beton dayanımının tayini kuralı*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 3523, 1980, *Beton agregalarının yüzey nemi oranı tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 3527, 1980, *Beton Agregalarında İnce Madde Oranı Tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 3529, 2009, *Beton Agregalarının Birim Ağırlıklarının Tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 3530 EN 933-1, 1999, *Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 1: Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini- Eleme Metodu*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 706 EN 12620, 2003, *Beton Agregaları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 9582 EN 933- 3, 1999, *Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 802/T2, 2002, *Beton Karışım Hesap Esasları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 1097-2, 2000, *Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 2: Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metotlar*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 1097-3, 1999, *Agregaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 3: Gevşek Yığın Yoğunluğunun ve Boşluk Hacminin Tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 1097-6, 2002, *Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 6: Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranının Tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 1367-1, 2001, *Agregaların Termal ve Bozunma Özellikleri İçin Deneyler- Bölüm 1: Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 1367-2, 1999, *Agregaların Termal ve Bozunma Özellikleri İçin Deneyler*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 1744-1, 2000, *Agregaların Kimyasal Özellikleri İçin Deneyler- Bölüm 1: Kimyasal Analiz*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

TS EN 932-1, 1997, *Agregaların Genel Özellikleri için Deneyler-Kısım 1-Numune Alma Metotları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 12350-2, 2002, *Taze beton kıvam deneyi – çökme hunisi metodu*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 12350-3, 2002, *Taze beton kıvam deneyi – ve-be metodu*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 12350-6, 2002, *Beton- taze beton deneyleri- bölüm 6: Yoğunluk*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 12390-3, 2002, *Beton – sertleşmiş beton deneyleri - bölüm 3: Deney numunelerinde basınç dayanımının tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 12390-6, 2002, *Beton - sertleşmiş beton deneyleri - bölüm 6: Deney numunelerinin yarmada çekme dayanımının tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 12390-7, 2002, *Beton-sertleşmiş beton deneyleri-bölüm 7: Sertleşmiş betonun yoğunluğunun tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Türkel, A., 2006, *Betonun Basınç Dayanımına Numune Boyutunun Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Uygunoğlu T., 2008, *Hafif Agregalı Kendiliğinden Yerleşen Betonların Özellikleri*, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi.

Yıldırım, H., 1995. *Agrega Konsantrasyonunun Betonun Mekanik Özelliklerine Etkisi*, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Yıldız, S., Batmaz A., Ulucan Z.Ç., 2006, *Rize İlindeki Farklı İki Dereye Ait Agregaların Beton Yapımında Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, (Journal of Science and Engineering), 5(1), 73-78.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖZGAN, İlknur
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 05.06.1975 Sakarya
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (380) 542 11 32
Faks : 0 (380) 542 11 33
e-mail : ilknurozgan@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Düzce Üniversitesi / Yapı Eğitimi ABD	2010
Lisans	Gazi Üniversitesi / Yapı Eğitimi Bölümü	1997
Lise	Zincirli Kuyu Teknik Lisesi	1992

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1998-Halen	Milli Eğitim Bakanlığı	Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Seyahat etmek, Kitap okumak, Sinema ve Tiyatroya gitmek.