

**BOZTEPE TAŞ OCAĞI MALZEMESİNİN
BETON AGREGASI OLARAK
KULLANILABİLİRLİĞİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Gökhan EROL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
2008**

**BOZTEPE TAŞ OCAĞI MALZEMESİNİN
BETON AGREGASI OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Gökhan EROL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MADEN İŞLETME ANABİLİM DALI**

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Kazım GÖRGÜLÜ**

2008

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu çalışma, jürimiz tarafından, Maden İşletme Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Ahmet DEMİRCİ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ahmet ŞENOL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Kazım GÖRGÜLÜ

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

.../.../2008

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Prof. Dr. Hasan Hüseyin BAŞIBÜYÜK

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosunun 05.01.1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 30.12.1993 tarihinde C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünce hazırlanan ve yayınlanan “Yüksek Lisans ve Doktora tez yazım kılavuzu” adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

İÇİNDEKİLER	Sayfa No
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
EKLER LİSTESİ	X
1. GİRİŞ	1
2. AGREGA VE AGREGA ÜRETİMİ	3
2.1. Agregaların Sınıflandırılması	3
2.1.1. Elde Ediliş Şekillerine Göre Agregalar	3
2.1.1.1. Doğal Agregalar	3
2.1.1.2. Yapay Agregalar	4
2.1.2. Birim Ağırlıklarına Göre Agregalar	5
2.1.2.1. Hafif Agregalar	5
2.1.2.2. Ağır Agregalar	5
2.1.3. Tane Boyutlarına Göre Agregalar	6
2.1.3.1. İnce Agrega (Kum)	6
2.1.3.2. İri Agrega (Çakıl)	6
2.1.3.3. Tüvanan (Karışık) Agrega	6
2.2. Agregalarda Aranılan Özellikler	6
2.2.1 Geometrik Özellikler	7
2.2.1.1. Tane Şekli	7
2.2.1.2. Granülometri	7
2.2.2. Kimyasal Özellikler	8
2.2.2.1. Agregalarda Organik Maddeler	9
2.2.2.2. Agregalarda Kil ve Silt Bulunması	9

2.2.2.3. Agregalarda Sağlam Olmayan Maddelerin Bulunması	10
2.2.2.4. Sülfatların Varlığı	10
2.2.2.5. Alkali – Silika Reaksiyonu	11
2.2.3. Fiziksel ve Mekanik Özellikler	11
2.2.3.1. Agregaların Birim Ağırlığı	11
2.2.3.2. Tane Dayanımı	12
2.2.3.3. Su Emme Yüzdesi ve Gözeneklilik	12
2.2.3.4. Aşınma Dayanımı	13
2.2.3.5. Agregalarda Dona Dayanıklılık	13
2.3. Beton	14
2.3.1. Beton Katkı Maddeleri	14
2.3.1.1. Mineral Katkılar	15
2.3.1.2. Su Azaltıcılar (Akışkanlaştırıcılar)	15
2.3.1.3. Priz Geciktiriciler	15
2.3.1.4. Priz Hızlandırıcılar	15
2.3.1.5. Antifrizler	15
2.3.1.6. Hava Sürükleyici Katkılar	16
2.3.1.7. Su Geçirimsizlik Katkıları	16
2.3.2. Basınç Dayanım Sınıfları	16
2.4. Agreganın Üretimine Yönelik Ekipman	17
2.4.1. Basınçlı Hava Üretim Ekipmanı ve Delici Makineler	17
2.4.2. Patlatma Malzemeleri	18
2.4.3. Kazıcı – Yükleyici Ekipmanlar	19
2.4.3.1. Lastik Tekerlekli-Paletli Yükleyici (Loder)	19
2.4.3.2. Ekskavatör	19
2.4.3.3. Kazıcı-Yükleyici Seçimi	20
2.4.4. Nakliye Araçları	21
2.4.4.1. Nakliye Aracı Seçimi	21

2.5. Kırma- Eleme Tesisinde Kullanılan Ekipmanlar	23
2.5.1. Besleyiciler	23
2.5.2. Konveyörler.....	23
2.5.3. Elekler	24
2.5.4. Kırma Ekipmanları	24
2.5.4.1. Birincil Kırıcılar	24
2.5.4.2. İkincil Kırıcılar	26
3. ARAZİ VE LABARATUAR ÇALIŞMALARI	29
3.1. Saha İle İlgili Çalışmalar	29
3.1.1. Rezerv Belirleme Çalışmaları	30
3.1.2. Numune Alma İşlemleri	31
3.2 Laboratuar Çalışmaları	32
3.2.1. Kimyasal Analiz	32
3.2.2. Elek Analizleri	33
3.2.3. Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranları	34
3.2.4. Diğer Deney Sonuçları	35
3.3. Beton Deneylemleri	35
4. KIRMATAŞ OCAK FİZİBİLİTESİ	37
4.1 Tesis Kapasitesi	37
4.2. Delici Seçimi ve Delme-Patlatma Maliyetleri	38
4.3. Yükleme ve Nakliye İşlemleri	42
4.3.1. Loder Seçimi ve Yükleme Maliyeti	42
4.3.2. Kamyon Seçimi	43
4.4. Kırma Eleme Tesisi Seçimi ve Maliyetler	45
4.5. Fizibilite Analizi	45
4.5.1. Makine-Ekipman Yatırımları	45
4.5.2. Yatırım Tutarları	45
4.5.3. İnsan Gücü Talebi ve Personel Giderleri	46
4.5.4. Üretimle İlgili Tüm Giderler.....	46

4.5.5. Amortismanların Hesabı	46
4.5.6. İşletme Gelir – Gider Durumu	46
4.5.7. Ekonomik Değerlendirmeler	48
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	51
EKLER	53
ÖZGEÇMİŞ	74

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Boztepe Taş Ocağı Malzemesinin Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi

Gökhan EROL

Cumhuriyet Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Maden İşletme Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Kazım GÖRGÜLÜ

Bu çalışma Sivas ilinin kuzeybatısında yer alan Ozmuş köyü Boztepe mevkiinde kireçtaşı oluşumlarının beton agregası olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Sahada üç adet sondaja ilaveten yüzey ölçümleri sürdürülmüş ve sahanın rezervi belirlenmeye çalışılmıştır. Laboratuvar 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.

Anahtar Kelimeler: Beton, agrega, kırmataş, fizibilite analizi.

ABSTRACT

MSc Thesis

Evaluation of Boztepe Quarry Material as Concrete Aggregate

Gökhan EROL

**Cumhuriyet University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mining Engineering**

Supervisor: Assist.Prof.Dr. Kazım GÖRGÜLÜ

The aim of this research is to determine the utility of limestone units, which are located in Boztepe location near Ozmuş Village, northwest of Sivas as concrete aggregate. Reserve of the field is determined with data gathered from three drills and surface surveys. Concrete experiments and aggregate suitability experiments were made on samples in accordance with standards dictated by Turkish Standards Institution (TSE) in laboratory and it was found out that limestone units can well be used as concrete aggregate. It was determined that the field is economically valuable after conducting feasibility studies in order to estimate the expenditures of a possible stone quarry.

Key words: Concrete, aggregate, crushed stone, feasibility analysis.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmaları sırasında değerli görüş ve eleştirileri ile beni yönlendiren danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Kazım GÖRGÜLÜ'e teşekkür ederim. Değerli katkılarından dolayı Jüri üyeleri Prof.Dr.Ahmet DEMİRCİ ve Yrd.Doç.Dr. Ahmet ŞENOL'a ayrıca teşekkür ederim.

Bilgilerini benimle paylaşan ve yapıcı eleştirileri ile beni yönlendiren değerli arkadaşım Jeoloji Yük. Müh. Mustafa YILDIRIM'a, Yüksek lisans tez çalışmam boyunca bana destek olan anneme, babama, kardeşime, eşime ve kızıma teşekkür ediyorum.

ŞEKİLLER DİZİNİ	Sayfa no
Şekil 1. Tane boyutu maksimum 32 mm olan agregalar için önerilen referans granülometri eğrileri (TS 706, 1980)	8
Şekil 2. Ozmuş köyü – Boztepe mevki kireç taşı ocağı yer buldu haritası	29
Şekil 3. Ozmuş Köyü - Boztepe mevki taş ocağı sahası topoğrafik haritası ve işletme sınırları	30
Şekil 4. Ozmuş Köyü - Boztepe mevki taş ocağı sahası üç boyutlu görünümü	31
Şekil 5. Ozmuş numunesi tane dağılımının TS 706 (1980)'daki konumu	34

ÇİZELGELER DİZİNİ	Sayfa no
Çizelge 1. Beton Dayanım Sınıfları (TS 11222, 2002)	16
Çizelge 2. Ozmuş Agreganın Kimyasal Analiz Sonuçları	32
Çizelge 3. Bazı Agregaların Kimyasal Özellikleri Karşılaştırmaları .	33
Çizelge 4. Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Deney Sonuçları	34
Çizelge 5. Diğer Deney Sonuçları	35
Çizelge 6. Beton Dayanımı Deney Sonuçları	36
Çizelge 7. 28 Günlük Beton Dayanımı Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması	36

EKLER DİZİNİ	Sayfa no
Ek 1. Topoğrafik Ölçüm sonuçları	54
Ek 2. Elek Analizleri	55
Ek 3. Makina-Ekipman Yatırımları	58
Ek 4. Yatırım Tutarları	59
Ek 5. Personel Giderleri	60
Ek 6. İşletme Giderleri	61
Ek 7. Amortisman Hesabı	62
Ek 8. Hurda Değeri Hesabı	63
Ek 9. İşletme Gelir – Gider Durumu	64
Ek 10. Proforma Gelir – Gider Durumu	65
Ek 11. Fonların Akışı	66
Ek 12. Vergi Sonrası Kara Göre İndirgenmiş Proje Gelirleri	67
Ek 13. Vergi Öncesi Kara Göre İndirgenmiş Proje Gelirleri	68
Ek 14. Vergi Sonrası Kara Göre İç Karlılık Oranı	69
Ek 15. Vergi Öncesi Kara Göre İç Karlılık Oranı	70
Ek 16. Ekonomik Değerlendirmeler	71
Ek 17. Başa baş Noktası Analizi	72
Ek 18. Üretim ve Tasarıma Yönelik Beton Karışım Raporu	73

1. GİRİŞ

Sanayileşme ve kentleşme sürecinde inşa edilen yapılardaki artış agrega gereksinimini artırırken beton sektörünün de gelişimine yol açmış ve hazır beton sektörünün ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Ülkemizin deprem kuşağında yer alması ve 1999 yılında yürürlüğe giren yapı yönetmelikleri, mühendislik yapılarında belli standartları sağlayan kaliteli ve ekonomik agrega kullanımını zaruri hale getirmiştir. Diğer yandan, 3213 Sayılı Maden Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kanun Tasarısı, 5 Haziran 2004 tarih ve 25483 sayılı Resmi Gazetede yayınlanmış ve bu kanunla Taş Ocakları Nizamnamesi yürürlükten kaldırılarak kum, çakıl ve taş ocağı işletmeciliği Maden Kanunu kapsamına alınmıştır.

Herhangi bir malzemenin agrega olarak kullanılabilirliğine karar vermek için standartların öngördüğü ve yapılması zorunlu bir çok deney mevcuttur. Bu deneyler dışında agrega olarak kullanılacak malzemenin bulunduğu sahanın yeterli rezerve sahip olması ve ekonomik olarak işletilebilir olması gerekmektedir. Tüm koşulların uygunluğuna karar verildikten sonra ihtiyaç duyulan üretim miktarını karşılayacak üretim yönteminin belirlenmesi ve kırma tesisi projelendirme aşamasına geçilmektedir.

Dere yataklarından elde edilen agregaların beton kalitesini bozan maddeler içermesi, agrega tane boyutunun düzenli dağılım göstermemesi, istenen standarda uygun üretim yapmak için kullanılan çimento miktarındaki artış, kalite sürekliliğinin sağlanmasındaki güçlükler, dere yatakları çevresinde yaratılan hasarlar ve agrega talebindeki artışlar kırmataş sektörünü çok önemli hale getirmiştir.

Sivas ili ve çevre ilçelerde kullanılan agreganın büyük bir bölümü merkeze 45–50 km uzaklıkta bulunan Hafik ilçesi sınırlarındaki dere yatağından ve Kızılırmak yatağından elde edilmektedir. Ancak dere yataklarından elde edilen agreganın silisli ve organik maddeler içermesi, standart üretimlerin sağlanamaması gibi nedenler hazır beton sektörünün farklı arayışlara girmesine neden olmuştur. 2005 yılından itibaren agrega olarak merkeze 50–60 km uzaklıkta

bulunan Tecer dağı civarındaki taş ocaklarından elde edilen kırmataşın kullanımına başlanmıştır. Canpolat (2004)' a göre Sivas ilinde 2003 yılı verilerine göre yıllık 1070000 ton agrega kullanılmaktadır. Bu miktara hazır beton sektörü dâhil edilmemiştir. Yapılan değerlendirmelere göre sadece Sivas ili hazır beton sektörünün agrega ihtiyacı 750000 ton/yıl olarak tahmin edilmektedir. Yapı sektöründeki gelişmelere paralel olarak bu miktar artmaya devam edecektir. Bu nedenle Tecer dağı civarında bulunan taş ocaklarının merkeze olan uzaklığı ve agrega talebindeki artış, merkeze daha yakın olan taş ocaklarının bulunması ve işletilmesini zorunlu kılmaktadır. Buna göre Sivas iline yakın mesafelerde agrega olabilecek hammadde kaynaklarının işletilebilirliklerinin ortaya konması son derece önem kazanacaktır.

Sivas ili civarında bulunan agrega sahaları ve işletilebilirlikleri zerine Kabaktepe bölgesindeki metaformik kayaçları (Canpolat, 2004) ve erideresi bölgesindeki bazaltı (Yiğit, 2005) kapsayan çalışmalar mevcuttur. Canpolat (2004) alışmasında ekonomik değerlendirmeye de yer vermiştir. Bu alışmada, Sivas ili Ozmuş köyü Boztepe mevkiindeki taş ocağı malzemesinin beton agregası olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi ve ekonomik olarak işletilebilirliğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak söz konusu sahada bulunan kayaçların beton agregası olarak kullanılabilirliği, rezerv durumu, işletilmeye uygunluğu ve maliyeti gibi konularda çalışmaların sürdürülmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmaya konu olan saha daha önce herhangi bir araştırma konusu olmadığından diğerlerinden farklılık arz etmektedir.

Beş bölüm olarak hazırlanan bu çalışmanın ikinci bölümünde agrega ve agrega üretimi, üçüncü bölümünde arazi ve laboratuvar çalışmaları, dördüncü bölümünde kırmataş ocak fizibilitesi ve son bölümünde sonuçlar ve önerilere yer verilmiştir.

2. AGREGA VE AGREGA ÜRETİMİ

Yapılarda kullanılan taneli malzemeler agrega olarak adlandırılmaktadır (TS 706 EN 12620, 2003). Beton üretiminde ise kum, çakıl, kırmataş 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).

2.1. Agregaların Sınıflandırılması

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

2.1.1. Elde Ediliş Şekillerine Göre Agregalar

Agregalar doğadan ya da sanayi atıklarından çeşitli şekillerde elde edilebilmektedir. Elde edilişleri sırasında direkt olarak üretilenlerken çeşitli kimyasal ve fiziksel işlemlerden de geçmeleri söz konusu olmaktadır (Anonim1, 2007).

2.1.1.1. 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 kırmataş 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 çatlamaya ve parçalanmaya neden olmaktadır. Deniz ve göl kenarlarındaki midye, istiridye kabukları gibi malzemelerin olması agreganın yerleşmesini güçleştirmekte ve bazen de düşük dayanımlı taneler oluşturmaktadır. Deniz ve göllerden elde edilen agregalar istenmeyen maddelerden arındırıldıktan sonra beton üretiminde kullanılabilirler (Anonim1, 2007).

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 kırmataşa olan talep oldukça artmış, doğal agregalar grubunda kırmataş en çok kullanılan agrega türü olmuştur.

2.1.1.2. 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).

2.1.2. Birim Ağırlıklarına Göre Agregalar

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

2.1.2.1. 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 aşımaya 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, diyatomit, yüksek fırın curufu, hızar talaşı, rende talaşı ve genleştireilmiş kil, perlit, şist vb. isimler altında sıralanmaktadır (Anonim1, 2007).

2.1.2.2. 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).

2.1.3. 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).

2.1.3.1. İnce Agregası (Kum)

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

2.1.3.2. İri Agregası (Çakıl)

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

2.1.3.3. Tüvanan (Karışık) Agregası

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

2.2. Agregalarda Aranılan Özellikler

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.

2.2.1. Geometrik Özellikler

Beton agregalarında aranan geometrik özellikler, tane şekli ve tane dağılımıdır. Agregalarda istenen bu özellikler aşağıda ayrıntılı şekilde incelenmiştir.

2.2.1.1. Tane Şekli

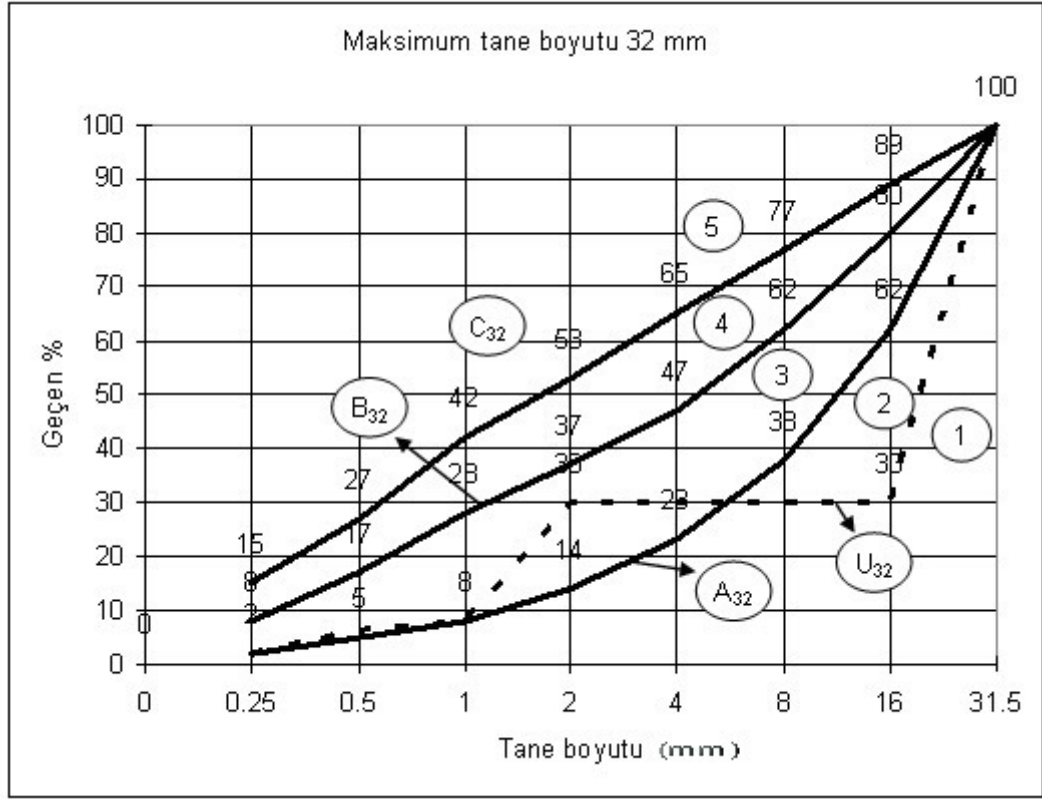
Agregaların mümkün olduğunca küresel ya da kübik olması istenmektedir. Tanenin en büyük boyutunun en küçük boyutuna oranı 3 den büyük olan tanelere şekilce kusurlu taneler denmektedir. 8 mm üzerindeki agregalarda kusurlu tanelerin oranı ağırlıkça %50'den çok olmamalıdır (TS 706, 1980).

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).

2.2.1.2. Granülometri

Granülometri agregada tane dağılımını gösterir. Granülometrik bileşim, agregada numunesinde boyutları belirli sınırlar arasında bulunan tanelerin ne miktarda agregada içinde bulunduğunu ortaya koymaktadır. Granülometrik bileşimin belirlenmesi için agregada TS 3530 (1999)'a göre elek analizine tabi tutulmaktadır. Analiz sonucu elde edilen referans granülometri eğrisinin TS 706 (1980)'de verilen sınırlara uygun olması istenmektedir (Şekil 1). Beton

sektöründe son yıllarda maksimum tane boyutu 32 mm olan agregaların kullanımı tercih edilmektedir.



Şekil 1. Tane boyutu maksimum 32 mm olan agregalar için önerilen referans granülometri eğrileri (TS 706, 1980).

2.2.2. Kimyasal Özellikler

Agrega içinde bulunabilen zararlı maddelerin bir kısmı bağlayıcı maddenin ayrışmasına veya genişlemesine neden olarak betonun parçalanmasına yol açabilmektedir. Bir kısmı da agregaya 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.

2.2.2.1. Agregalarda Organik Maddeler

Organik maddeler zayıf asit karakterindedirler. Agregada içerisindeki bitki artıkları ve humus gibi bazı organik maddeler çimentonun hidrasyon 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 hidrofob (suyu iten) olması ve çimentoda hidrote 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 olursa numunenin beton agregası olarak kullanılabilmesi standartta ön görülmüştür (TS 3673, 1982).

2.2.2.2. Agregalarda Kil ve Silt Bulunması

Yıkanabilir maddeler agregada içinde ince halde dağılmış veya topaklar halinde veya agregada tanelerine yapışık olarak bulunabilirler. Bu maddeler genellikle kil, silt ve çok ince taş unudur(TS 3527, 1980).

Koloidal yapılu 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 siltin önemli özelliklerinden biride su tutma (emme) kabiliyetlerinin olmasıdır. Su emme sonucunda hacim genişlemesine neden olur ve büzülme meydana getireceği gerilmeler oluşur. Çimento ile reaksiyona girerek aderansı önler, hidrasyonu 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 agrega agreganın yıkanarak kullanılması zorunluluğu vardır.

2.2.2.3. 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 sağlamlığı 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).

2.2.2.4. Sülfatların Varlığı

Sülfatların agregalar içinde bulunması bu maddenin çimento ile sülfat-alüminat 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 gr'dan az olacak şekilde sülfat bulunmasına izin verilebilir. Barit (BaSO₄) rutubetli ortamda yapısını değiştirmedikten, beton agregası olarak kullanılabilir (TS EN 1744- 1, 2000).

2.2.2.5. Alkali – Silika Reaksiyonu

Bazı agregalar, betondaki gözenekler içerisindeki sıvılarda mevcut bulunan 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 meydana gelir (Anonim4, 2007). Bu reaksiyon oldukça karmaşık bir kimyasal reaksiyondur. Bazı çimentoların içinde fazla miktarda bulunan sodyum oksit (Na_2O) ve potasyum oksit (K_2O) 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 genleşme belli bir sınırı aştığında beton için potansiyel bir tehlike oluşturur (TS 2517, 1977).

2.2.3. Fiziksel ve Mekanik Özellikler

Agregaların belirli fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olması istenir. Bunların en belirleyici olanları aşağıda sunulmuştur.

2.2.3.1. Agregaların Birim Ağırlığı

Belirli bir hacmi dolduran agreganın ağırlığına birim ağırlık denir. 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. Birim ağırlıktan agrega içindeki boşluk miktarı hesaplanabildiği gibi, özel amaçlar için agreganın uygun olup olmadığı da değerlendirilebilir. Beton agregalarının birim ağırlığı $1300 - 1850 \text{ kg/m}^3$ 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 kütlesinin, taneler içindeki kapalı boşluklar ve suyun girebildiği boşluklar da dâhil, suda işgal ettiği hacme oranı etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu; taneler içindeki kapalı boşluklar dâhil, ancak suyun girebildiği boşluklar hariç olmak üzere, suda işgal ettiği hacme oranı görünür tane yoğunluğu; suyun girebildiği boşluklarda bulunan su ile agreganın numunesinin toplam kütlesinin, taneler içindeki kapalı boşluklar ve suyun girebildiği boşluklar da dahil (eğer varsa), suda işgal ettiği hacme oranı doymuş ve yüzeyi kurutulmuş esasta tane yoğunluğu; kuru tanelerin birim hacminin kütlesi kuru tane yoğunluğu olarak tanımlanmaktadır (TS EN 1097- 6, 2002).

Özgül ağırlık, belli hacim ve sıcaklıktaki bir malzemenin, havadaki ağırlığının aynı hacim ve sıcaklıktaki damıtık suyun havadaki ağırlığına oranıdır. Bu özellik agreganın kökeni hakkında bilgi verir ve beton bileşenlerinin hesabında kullanılır. Betonda kullanılacak agreganın özgül ağırlığının 2,2 – 2,7 arasında olması istenir (TS EN 1097- 6, 2002).

2.2.3.2. Tane Dayanımı

TS 706 (1980)'ya göre taşın suya doymuş haldeki küp basınç dayanımı veya çapı yüksekliğine eşit silindirik basınç dayanımı en az 1000 kgf / cm² (98N / mm) ise mekanik özellik ile ilgili başka incelemeye gerek yoktur. Basınç dayanımının 1000 kgf/cm² den küçük olması halinde ve kuşku durumlarda agregalarda aşağıda açıklanan aşınmaya dayanıklılık deney sonuçlarına bakılır. Eğer iri agreganın olarak çakıl kullanılıyor ise aşınmaya dayanıklılık deneyleri uygulanarak karar verilir.

2.2.3.3. Su Emme Yüzdesi ve Gözeneklilik

Suyun, tanelerdeki boşluklara nüfuz ederek emilmesi sebebiyle, etüvde kurutulmuş agreganın numunesinin kütlesinde meydana gelen artış su emme miktarı olarak tanımlanmaktadır. Agreganın emdiği su miktarı tanelerin kökenine,

yapısına ve granülometri bileşimine bağlıdır. Agregadaki su miktarı agreganın birim ağırlığına, hatta özgül ağırlığına da etki eder. Birim ve özgül ağırlık doymun 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).

Agrega tanelerinde bir miktar boşluk bulunması doğaldır. Agregada tanelerindeki boşluk su emme deneyi yapılarak belirlenir. İri agregada 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).

2.2.3.4. Aşınma Dayanımı

Aşınma dayanımını belirlemek için Los Angeles (TS EN 1097-2, 2000) 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.

2.2.3.5. Agregalarda Dona Dayanıklılık

Betonun dona dayanıklılığında agregada önemli rol oynar. Bu nedenle donma etkisinde kalacak betonlarda kullanılacak agreganın da dona dayanıklı olması istenir. TS 706 (2003)'ya göre, iri agregada olarak kırmataş kullanıldığında, taşın su emme oranının ağırlıkça %0,5'den büyük olmaması istenir. TS 699 (2000)'a göre elde edildiği kayacın suya doymun, haldeki küp basınç dayanımı en az 1500 kgf/cm² olması halinde, agreganın dona dayanıklı olduğunu kabul etmektedir (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 belirlenmesi (Sodyum Sülfat ve Magnezyum Sülfat Deneyi) (TS EN 1367 -2, 1999).

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

2.3. Beton

Beton, çimento, su, agrega ve kimyasal ve/veya mineral katkı maddelerinin homojen olarak karıştırılmasından oluşan, başlangıçta plastik kıvamda olup, şekil verilebilen, zamanla katılaşp sertleşerek mukavemet kazanan bir yapı malzemesidir.

2.3.1. Beton Katkı Maddeleri

Betonun mutlak hacmini %20 oranında agrega (kum, çakıl, mıcır), %10 oranında çimento % 20 oranında su oluşturur. Gerektiğinde kimyasal ve mineral katkı ilave edilebilir. Betonun oluşturan hammaddeler çimento, su, agrega (kum çakıl, kırmataş), kimyasal ve mineral katkılarıdır. Mineral katkıları ile kimyasal katkıları (akışkanlaştırıcı, priz geciktirici, priz hızlandırıcı, geçirimsizlik sağlayıcı, antifriz, hava sürükleyici) betonun performansını istediğimiz yönde iyileştiren etkenlerdir. Çimento ile suyun karışımından oluşan çimento hamuru zamanla katılaşp sertleşerek agrega tanelerini bağlar, yapıştırır. Böylece betonun mukavemet kazanmasına imkân verir. Betonun mukavemeti çimento hamurunun mukavemetine, agrega tanelerinin mukavemetine, agrega taneleri ile çimento hamuru arasındaki yapışma gücüne bağlıdır. Betonda kullanılan katkılarının belli çeşitleri aşağıda sıralanmıştır (TS EN 934- 2, 2002).

2.3.1.1. Mineral Katkılar

Çimento gibi öğütölmüş toz halde silolarda depolanan cüruf, uçucu kül, silis dumanı, taş unu... Vb. çeşitli maddelere 'Mineral Katkı' adı verilir. Mineral katkılar tek başına iken çimento gibi bağlayıcılık özelliği taşımazlar fakat birlikte kullanıldıklarında çimentoya benzer görev yaparlar, dolayısıyla çimento ekonomisi sağlarlar. Mineral katkılardan yüksek dayanımlı beton üretiminde de yararlanır.

2.3.1.2. Su Azaltıcılar (Akışkanlaştırıcılar)

Betonda aynı kıvamın veya işlenebilirliğin daha az su ile elde edilmesini sağlarlar. Taze betonda kullanılan su miktarı azaldıkça betonun dayanımı artar. Azalttığı su miktarı ile orantılı olarak, normal ve süper olarak ayrılırlar.

2.3.1.3. Priz Geciktiriciler

Taze betonun katılaşmaya başlama sürecini uzatırlar. Uzun mesafeye taşınan betonlar sıcak hava dökümleri için yararlıdırlar.

2.3.1.4. Priz Hızlandırıcılar

Priz geciktiricilerin aksine, bu katkılar betonun katılaşma süresini kısaltırlar. Bazı uygulamalarda, erken kalıp almada ve soğuk hava dökümlerinde don dolayı başlamadan betonun katılaşmış olmasını sağlamak için kullanılırlar.

2.3.1.5. Antifrizler

Suyun donmasını zorlaştırır ve don neticesi çimentonun mukavemet kazanmasındaki aksamaya engel olurlar. Bu katkıların betondaki miktarı hava sıcaklığına göre ayarlanabilir.

2.3.1.6. Hava Sürükleyici Katkılar

Beton içinde çok küçük boyutlu ve eşit dağılan hava kabarcıkları oluşturarak betonun geçirimsizliğini ve dona karşı direncini ve işlenebilirliğini artırır.

2.3.1.7. Su Geçirimsizlik Katkıları

Sınırlı miktarda hava sürükleyen katkılardır ancak yerine yerleşmiş betonun su sızdırmazlığının sağlanması uygun yerleştirme tekniğinin iyi bir şekilde yapılmasına bağlıdır.

2.3.2. Basınç Dayanım Sınıfları

Betonun basınç mukavemeti standart kür koşullarında saklanmış (20 °C \pm 2°C kirece doymuş su içerisinde), 28 günlük silindir (15 cm çap, 30 cm yükseklik) veya küp (15 cm kenarlı) numuneler üzerinde ölçülür (TS EN 206–1, 2002). Hazır betonda basınç dayanımı sınıfları Çizelge 1.'de verilmiştir.

Çizelge 1. Beton Dayanım Sınıfları (TS EN 206 – 1, 2002)

Beton Sınıfı	Silindir Basınç Dayanımı (MPa)	Eşdeğer Küp Basınç Dayanımı (MPa)	Eksenel Çekme Dayanımı (MPa)	Elastisite Modülü (MPa)
C16	16.0	20	1.4	27000
C18	18.0	22	1.5	27500
C20	20.0	25	1.6	28000
C25	25.0	30	1.8	30000
C30	30.0	37	1.9	32000
C35	35.0	45	2.1	33000
C40	40.0	50	2.2	34000
C45	45.0	55	2.3	36000
C50	50.0	60	2.5	37000

2.4. Agregaya Üretimine Yönelik Ekipman

Akarsu, deniz ve göl yataklarından agrega üretiminde eğer oluşum yerinden alınan agrega boyutları, hazır beton sektöründe kullanılan agrega boyut standartlarına uyuyor ise hiç bir kırma işlemi gerçekleştirilmez. Hammadde kaynağından ekskavatör ve/veya loder vasıtasıyla bulunduğu yerden alınır ve eleme tesisine beslenir. Daha sonra eleme işlemine tabi tutularak sınıflandırılır, böylece son tüketim yerine ulaştırılır. Hammadde boyutu standartlar üzerinde ise öncelikle malzeme sırasıyla besleyiciye oradan kırma ünitesine ve daha sonra eleme işlemine tabi tutulur. İstenilen boyuta gelen agrega, son olarak tüketim yerine ulaştırılır.

Bir kırmataş tesisinde ocak üretim ekipmanı olarak delici makineler, patlatma malzemeleri, yükleyiciler, nakliye araçları, kırma ve eleme tesis malzemeleri kullanılmaktadır. Bu malzemelere ait teknik bilgiler aşağıda sunulmaktadır.

2.4.1. Basıncılı Hava Üretim Ekipmanı ve Delici Makineler

Kompresörler atmosferdeki havayı alır, sıkıştırır ve bir boru veya hortum sistemi aracılığı ile kullanıcı ekipmana aktarır. Madencilik ve kazı işlemlerinde hem doğrudan kazma hem de patlatma işlemleri için gerekli patlatma deliklerini açmak için delme makineleri kullanılır. Kısa derinlikte (5-30 m) sondaj ve patlatma deliklerinin açılmasında kullanılırlar. Bu makinelerin avantajları; iş yerine kolayca taşınması, kolayca sökülüp takılması, yatay ve düşey yönde delik delmesi, 5 – 30 metreye kadar delik açabilmesi, parçalarının kolayca taşınması ve kurulması, pratik ve hızlı olarak bir hat boyunca hat düzeneği ile sistematik delik delinmesi ve yüksek delme hızıdır. Kompresörler havayı sıkıştırma mekanizmalarına göre iki ana gruba ayrılır. Bunlar deplasmanlı kompresörler ve dinamik kompresörlerdir. Dinamik kompresörler atmosferdeki havayı emerek hızlandırılırlar. Deplasmanlı kompresörler genel prensip olarak atmosferdeki havayı kapalı bir alana emerler ve sonrada bu alanın hacmini küçülterek havanın

basıncını artırırılar. Kullanılan delme makineleri dönerli, darbeli ve döner-darbeli olarak çalışmaktadır. Delici güç birimi bu kuvveti kuyu dibinden uygulayabileceği gibi (down the hole), sondaj kuyusu dışında bir çekiç gibi yukarıdan da uygulayabilmektedir (top hummer) (Eskikaya ve ark, 2005).

Kompresör seçiminde göz önüne alınması gereken değişik hususlar vardır. Bunlar, kapasite, kontrol sistemi, yer, enerji kaynağı ve soğutma sistemleridir. Ancak genel seçim üzerinde en etkili olan ve birinci derecede öneme sahip olan iki faktör çalışma basıncı ve gerekli hava miktarıdır (Eskikaya ve ark, 2005).

Martopikör kazı işlemlerinde kullanılan basınçlı hava ile çalışan mekanik bir kazmadır. Genel olarak blok parçalamada, yan taş koparmada ve diğer kazma gerektiren işlerde yardımcı ekipman olarak yaygın kullanılmaktadır. Piston bir silindirin içine yerleştirilmiş olup bu silindir içinde basınçlı havanın etkisi ile aşağı yukarı hareket eder. Bu makineye basınçlı hava bir hortum ile bağlanır (Eskikaya ve ark, 2005).

2.4.2. Patlatma Malzemeleri

Maden ve taş ocağı işletmeciliğinde ve yerüstü inşaat işlerinde kaya ve/veya cevher kazısı zemininin sertliği ve dayanımı yüksek olduğunda doğrudan mekanik yolla yapılmadığında kazı genellikle patlatma ile yapılır (Eskikaya ve ark, 2005).

Patlayıcı madde türleri olarak genellikle;

- i. Nitrogliserin esaslı patlayıcı maddeler
- ii. Amonyum nitrat esaslı patlayıcı maddeler
- iii. Slurry, emülsiyon ve emülsiyon-ANFO karışımları harç patlayıcılar kullanılır.

Patlatma cihazları ve aksesuarları olarak; manyetolar, elektrikli ateşlemede devre kontrol cihazları (Multimetre, Ohmmetre), yersarsıntısı ve hava şoku ölçerler, infilak hızı ölçüm sistemleri, yüksek hızlı video kayıt sistemi, laser surveying sistemleri, delik içi kamera izleme sistemleri kullanılabilir.

2.4.3. Kazıcı – Yükleyci Ekipmanlar

Taş ocaklarında kazıcı ve yükleyici ekipman olarak paletli ve/veya lastik tekerlekli yükleyiciler ile ekskavatörler kullanılmaktadır. Bunlarla ilgili bilgiler aşağıda sunulmuştur.

2.4.3.1. Lastik Tekerlekli-Paletli Yükleyci (Loder)

Loderler açık işletmelerde yükleyici, kazıcı-yükleyici ve taşıyıcı ekipman olarak kullanılırlar. Özellik olarak yüksek taşıma gücüne sahip araçlardır. Ocaklarda genellikle kırılmış veya yerinden sökülmüş hammaddenin kendisi veya diğer bir taşıma aracıyla nâkilinde önemli bir yer oynar. Günümüz madenciliğinde loder iş makinesi maden işletmelerinin vazgeçilmez ekipmanı olmuştur.

2.4.3.2. Ekskavatör

Kazıcı kovanın bağlı olduğu kolun (boom) vinç gibi askılı olarak hareket etmesiyle kazı ve yükleme yapabilen makinedir. Sahip oldukları güçlü itiş hareketi ve yüksek koparma kuvveti uygulayabilmelerinden dolayı sağlam, ağır, aşındırıcı ve kötü parçalanmış malzemelerde çalışma yeteneğine sahiptirler. Damperli kamyonlara, demiryolu vagonlarına ve yükleme silolarına malzeme doldurulması konusunda oldukça randımanlı iş yapabilme imkânı sunar. Güçlü yapısı ve basit hareketleri nedeniyle tercih edilirler. Ancak çok hareketli değildirler. Ayrıca kot altında çalışma verimleri çok düşüktür ve sağlam bir çalışma zemininin olması gerekir (Eskikaya ve ark, 2005).

Bir özet olarak kazıcı- yükleyici ekipman seçimindeki faktörler şöyle sıralanabilir. İşletmede öngörülen üretime bağlı olarak kazıcı-yükleyici ekipmanın kepçe kapasitesi ve sayısı, seçilen ekipmanın kullanılacağı işe güç ve kullanım olarak yeterliliği, yedek parça-servis olanakları ve yatırım tutarıdır.

2.4.3.3. Kazıcı-Yükleyici Seçimi

Kazıcı-yükleyici makine seçiminde birincil derecede önemli adım kepçe kapasitesinin belirlenmesidir. Kepçe kapasitesi aşağıda verilen formüller yardımıyla hesaplanmaktadır (Canpolat, 2004).

$$K_c = \frac{Q}{C * \left(\frac{1}{S}\right) * A * O * B_f * P} \quad (1)$$

Burada;

K_c : Gerekli kepçe kapasitesi (m^3)

Q : İstenen saatlik üretim (m^3 /saat)

C : Sefer sayısı (90° 'lik dönmede sefer sayısı/saat)

$$C = \frac{60 * 60}{(T_c * D_c)} \quad (2)$$

T_c : Kepçe döngü süresi (san)

D_c : Yükleme derinlik faktörü

A : İş yapabilirlik faktörü (hazır bulunma)

O : İşletme faktörü

D_f : Dalma faktörü

K_f : Kabarma faktörü

P : Yer değiştirme faktörü

S : Dönme faktörü

$$B_f = \frac{D_f}{K_f} \quad (3)$$

Burada ifade edilen faktörlerin anlamları aşağıda verilmiştir.

- i. Dalma faktörü: Kazıcı yükleyici ekipmanın kepçesini kırılmış malzemenin, içine girip malzeme yükleyebilmesi faktörüdür.
- ii. Kepçe döngü süresi: kazıcı yükleyici ekipmanın malzemeyi yerinden alıp, ara nakliye aracına yükleyip tekrar kepçesine malzeme yüklemesine kadar geçen zamana denir.

- iii. Yükleme derinlik faktörü: Genel hesaplama yapılırken kullanılan düzeltme faktörüdür.
- iv. Hazır bulunma faktörü: Ekipmanın ocakta hazır bulunması için, kullanılan bir katsayıdır.
- v. İşletme faktörü: Kurulu işletmenin çalışma şartlarına ve iş yapılabilirliğine bağlıdır.
- vi. Yer değiştirme faktörü: Yükleyici ekipmanın ocakta kullanılırken, yükleme noktalarının farklı olabileceğinden dolayı, yer değiştirmesi ile ilgili faktördür.
- vii. Dönme faktörü: Ekipmanın dönüş sırasındaki kayıpları telafi etmek amacıyla kullanılan bir faktördür.
- viii. Kabarma faktörü: Kabarmış halde malzemenin özgül ağırlığının, yerinde özgül ağırlığın oranıdır.

2.4.4. Nakliye Araçları

Madencilik işletmelerinde taşıma işi için yaygın olarak kamyonlar kullanılır. Kamyonların çalışma sistemi yükleme, yüklü hareket, boşaltma ve boş hareket olmak üzere dört aşamada kullanılabilir. Lastik tekerlekli araçların kapasitelerindeki gelişmeler beraberinde ekonomikliğini de getirmiştir. Dolayısıyla her m³ kasa hacmi için yatırımın daha az olmasının yanı sıra şoför ve personel masrafını da azalmaktadır. Ayrıca yükleyici ekipmanların kepçe hacimleri büyüdükçe kamyon kasa hacminin de büyümesi zorunluluğu, büyük kasalı kamyonların yapımını gündeme getirmiştir. Kullanıma bağlı olarak kamyonlar üçe ayrılır. Bunlar, arkadan boşaltmalı veya damperli kamyon, yandan boşaltmalı kamyon, alttan boşaltmalı kamyonur (Eskikaya ve ark, 2005).

2.4.4.1. Nakliye Aracı Seçimi

Taşocağı işlemlerinde kullanılan nakliye araçları genellikle kamyonlardır. Aşağıda bu hesaplamalarla ilgili örnekler verilmiştir (Canpolat, 2004),

L: Stok sahası ve ocak arası mesafe (m)

V_d : Kamyonun dolu hızı (km/sa)

V_b : Boş kamyonun hızı (km/sa)

a: Boşaltma manevrası (sn)

b: Boşaltma süresi (sn)

c: Dolma süresi (sn)

F_{vd} : Dolu kamyonun ortalama hız faktörü

L_d : Dolu hareket süresi (sn)

$$L_d = \frac{L * 60 \text{ dak}}{V_d * F_{vd}} \quad (4)$$

F_{vb} : Boş kamyonun ortalama hız faktörü

L_g : Geri dönüş süresi (sn)

$$L_g = \frac{L * 60 \text{ dak}}{V_d * F_{vb}} \quad (5)$$

d: Kamyonun manevra süresi

ζ_s : Bu süreler toplanarak kamyonun toplam çevrim süresi hesaplanır (sn)

$$\zeta_s = a + b + c + L_g + L_d + d \quad (6)$$

n_s : Kamyonun saatlik sefer sayısı (sefer sayısı/saat)

$$n_s = \frac{60 \text{ dak/saat}}{\zeta_s} \quad (7)$$

K_k : Kamyonun saatlik kapasitesi (ton/saat)

$K_{\ddot{u}}$: Kamyonun saatlik üretimi (ton/saat)

$$K_{\ddot{u}} = k_c * n_s * f_a * f_i \text{ ton/saat} \quad (8)$$

k_c : Kepçenin 4 seferde doldurma kapasitesi (ton/sefer)

n_s : Sefer sayısı (sefer/saat)

f_a : Araç iş yapabilirlik faktörü

f_i : İşletme faktörü

2.5. Kırma- Eleme Tesisinde Kullanılan Ekipmanlar

Bir kırmataş tesisinde eleme ve kırma işlemleri yapılırken kullanılan ekipmanlar, besleyiciler, kırıcılar, elekler, konveyörler ve yardımcı ekipmanlardır. Bunlar aşağıdaki bölümlerde ayrıntılarıyla işlenmiştir.

2.5.1. Besleyiciler

Besleyiciler iri ve ince malzeme olmak üzere iki ayrı amaca yönelik imal edilmektedirler. İri malzeme besleyicileri, lineer titreşimli ve paletli tiplerde üretilmektedir .

İnce malzeme için imal edilen olan besleyiciler ise vargelli ve titreşimli tiplerdedirler. Bu tip besleyiciler üzerine iri kayaları ayıklamak amacıyla ızgara monte edilebilmekte, istenirse ızgara hidrolik devirme sistemiyle teçhiz edilebilmektedir. Paletli besleyicilerin genişlikleri 600–1100 mm arasında, uzunlukları 2000–3500 mm, kapasiteleri 90–240 t/h, motor güçleri 7–7,5 hp, ağırlıkları 4000–12200 kg arasındadır. Vibro besleyicilerde ise besleyici genişlikleri 650–100 mm, uzunlukları 1200–1500 mm, kapasiteleri 40–120 t/h, motor güçleri 3–4 hp, ağırlıkları 450–500 kg arasındadır. Titreşimli besleyicilerin genişlikleri 520–1100 mm, uzunlukları 2500–4600 mm, kapasiteleri 80–300 t/h, motor güçleri 10–20 hp, ağırlıkları 6400–15000 kg arasındadır (Anonim2, 2007).

2.5.2. Konveyörler

Konveyörler; 400, 500, 600, 750, 900 ve 1000 mm. eninde olmak üzere istenilen uzunluğa göre sabit veya seyyar olarak üretilmektedir. Sabit tip konveyörler NPU profilden veya boru yapı olmak üzere iki ayrı tiptedir. Seyyar bantlı konveyörler ise band açısını ayarlamak için sonsuz vidalı ve halatlı tip kaldırma sistemiyle teçhiz edilmiştir. Ayrıca, ayaklara monte edilmiş rulman yataklı şişme lastik tekerlekler sayesinde taşıma kolaylığı sağlanmıştır.

Konveyörler bant genişliği 500–100 mm, motor gücü 4–11 kw, bant hızı 1,5 m/sn arasında değişmektedir (Anonim2, 2007).

2.5.3. Elekler

Kırıcıdan çıkan kırılmış agregaların kullanılacağı sektörün talebi doğrultusunda belirlenen tane sınıflarına ayrılması gerekmektedir. Bu amaçla endüstriyel elekler kullanılmaktadır (Anonim2, 2007).

2.5.4. Kırma Ekipmanları

Kırma ekipmanı birincil ve ikincil kırıcılar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bunlar aşağıda verilmiştir.

2.5.4.1. Birincil Kırıcılar

Bunlar taş ocağından delme-patlatma sonucu elde edilen iri boyutlu kayaların boyutlarının küçültülmesinde kullanılmaktadır. Bu kırıcılara ait bilgiler aşağıda sunulmuştur.

i. Çeneli Kırıcılar

Çeneli kırıcılar sert ve orta sertlikteki malzemenin kırılmasında kullanılırlar. Çeneli kırıcıların kırılma oranı, ağız açıklığı/ç çıkış açıklığı = 6–9 arasındadır. Çeneler arasındaki açı, beslenen iri malın kavranması bakımından önemlidir. En iri besleme tanesinin ağız açıklığının % 85'i kadar olmasının yanı sıra söz konusu kavrama açısının 18°-24° olması gerekmektedir. Çenelerin çıkış açıklıklarını ve hareket miktarlarını ayarlamak mümkündür. Hareket miktarının gereğinden fazla olması, daha ince ürün meydana gelmesine ve makinenin aşırı yüklenmesine neden olur. Kırıcı küçüldükçe hareket miktarı küçülür fakat hareket

sayısı artar, büyüdükçe tersi olur. Çeneli kırma makinelerinde hareketli çenenin hareketlerinin sıklığı ve hareket miktarı büyük önem taşır. Hareket sayısı çok fazla ise kırılan malzeme aşağı kaymak için fırsat bulamaz, çok küçük ise aksi olur. Her iki durumda da kapasite azalır. Hareketin salınım sayısı pratikte dakikada 180–250 civarındadır. Hareketin salınım miktarı, çıkış ağzında 15–25 mm olarak seçilir. Giriş ağzındaki salınım miktarı önemlidir ve genellikle 4–6 mm civarındadır. Kaba kırıcılarda ağız genişliğinin ağız açıklığına oranı 1,6 civarında iken, ince kırıcılarda bu oran daha büyüktür. Hareket salınım sayısı dakikada 275–400 arasındadır. Salınım miktarı kaba kırıcılarda daha büyük, ince kırıcılarda daha küçüktür(10–12 mm). İri, çeneli kırıcılar büyük kapasitelerde, büyük ağız boyutlarında (2500*1800 mm) ve 260 ton'a kadar olan ağırlıkta yapırlar (Canbazoglu, 2003).

Çeneli kırıcıların kapasitelerini sınırlayan bir takım faktörler vardır. Katı malın sertliğinden çok akış hızı önemlidir. TAGGART çeneli kırıcıların kapasitesi için $T=0,6LS(t/h)$ deneye dayalı formülünü vermiştir. Burada L inç olarak ağız açıklığı, S inç olarak çıkış açıklığıdır. Kırıcının kapasitesi ya m^3/h veya bazen de t/h olarak verilir. Genel olarak kullanılan çeneli kırıcıların çene açıklıkları 40–200 mm arasında, kapasiteleri 20–310 t/h, motor gücü 40–180 hp, ağırlıkları 6100–33100 arasında değişir (Canbazoglu, 2003).

Çeneli kırıcıların gövdeleri küçüklerde tek parçadan, büyüklerde çok parçalı pik ve son zamanlarda daha ziyade çelik dökümden, Bugün daha çok kaynak yoluyla imal edilmektedir. Çeneli kırıcıların kullanılan türleri, Blake tipi çeneli kırıcılar, Dodge tipi çeneli kırıcılar, Üniversal tipi çeneli kırıcılar, Çarpmalı çeneli kırıcılardır (Canbazoglu, 2003).

ii. Jirokopik Döner Kırıcılar

Bu tip kırıcılar daha yüksek kapasite temin etmek için çeneli kırıcılardan sonra geliştirilmişlerdir. Jirokopik kırıcıların çeşitli tipleri arasında en çok tanınan iki temel tipi vardır (Canbazoglu, 2003).

a) Oynar milli (Konvansiyonel Tip): Kırıcı kafa alt ucunun girdiği eksantrik yuvasında ve üst ucunun girdiği köprü arasındaki yuvasında kendi ekseni etrafında serbestçe dönecek durumdadır (Canbazoglu, 2003).

b) Sabit milli (Telsmith Tipi): Bu tür kırıcıda bir eksantrik, kırıcı kafasının içindedir. Ana mil kırma esnasında bir salınım hareketi yapmaz, üst ucu köprü ortasındaki yuvasında ve alt ucu gövde alt kısmındaki yuvasında somunlarla sıkıştırılmıştır ve kırıcının ekseninden geçen bir civatayı andırır. Böylece kırmayı doğuran hareket göbek boyunca genlik bakımından sabit kalır (Canbazoglu, 2003).

iii. Merdaneli Kırıcılar

Makine tahrik imkânlarının gelişmesi ile birbirine karşı dönen iki merdane arasında kırma işlemi mümkün kılınmıştır. Bu çalışma sisteminde mal basınç ve kesme kuvvetlerinin etkisi altında kalır. Çok hızlı dönen merdanelerde çarpma kuvveti söz konusudur. Bunların pek çok çeşitleri geliştirilmiş olup merdaneler bazında düz, bazılarında dişli, dikenli veya sair kırıcı organlarda mücehhezdir Merdaneli ince kırıcılar veya merdaneli öğütücülerin yüzeyleri düz ise, sert mallar için, çıkıntılı ise orta sertlikte veya gevrek malzemeler için kullanılır. Merdaneli kırıcıların iki ayrı türü vardır. Merdaneli kaba kırıcılar, Merdaneli ince kırıcılar (Canbazoglu, 2003).

2.5.4.2. İkincil Kırıcılar

Bunlar taş ocağından delme-patlatma sonucu elde edilen iri boyutlu kayaçların boyutlarının küçültülmesinde kullanılmaktadır. Bu kırıcılara ait bilgiler aşağıda sunulmuştur (Canbazoglu, 2003)

i. Konik Kırıcılar

Konik kırıcılar, eksantrik bir eksen etrafında hareket eden, kırıcı için dolu iç koni ve sabit olarak duran dış koniden müteşekkildir (Canbazoğlu, 2003).

Konik kırıcıyı diğer döner kırıcılardan ayıran farklar, yüksekliği alt çapın 1/3'ü kadardır. Konik kırıcılar kırıcı kafa alt çapı ile tanımlanırlar ve 5–6 cm'den 3,1 m'ye kadar imal edilebilirler. 3,1 m çaplı kırıcı 1,9 cm çıkış açıklığı ile 1100 ton/h malzeme kırabilir. Aynı çıkış açıklığındaki döner kırıcılar ve merdanelerden 2 kat fazla kapasiteye sahiptirler. Göbek konisi, salgı genliği primer kırıcılardan 5 kat daha fazla olabilir. Bu nedenle boğaz kısmı oldukça geniş açılarak kırılan parçaların daha kolay boşalmasını sağlar. Bu kırıcılarda yüksek dönme hızları kullanılır (400–700 dev/dak.) Bir devir için geçen zaman herhangi bir parçanın paralel bir zondan gravite ile düşmesi için geçen zamandan kısa olduğu için ince kırma zonunda parçaların iki kez sıkıştırılması mümkün olur. Salgı genliği ve hız büyük olduğundan konik kırıcılar malzemeyi basınçtan ziyade darbe ile kırarlar. Konik kırıcılar üç türe ayrılır. Dik konik kırıcılar, düz konik kırıcılar, symons konik kırıcısıdır (Canbazoğlu, 2003).

ii. Diskli Kırıcı

Bu kırıcılar özel şekilli konik kırıcılardır. Çok ince tane boyutunda ürün vermektedirler.

iii. Çekiçli Kırıcılar

Bu kırılma makineleri, çalışma boşluğunda üzerinde eklemli hareket edebilen çarpıcılar (çekiçler) yerleştirilmiş, hızla dönen rotorlardan ibarettir. İçler dönme esnasında merkezkaç kuvvetle radyal hale gelir. Geri giren mal vurma ve çarpma ile karşılaşır. Kırma işlemi darbeleri kırıcılarda olduğu gibidir. Kırma işi uygun besleme malı ile elverişlidir. Kırma oranı $n=10-15$ arasındadır (Canbazoğlu, 2003).

iv. Darbeli Kırıcılar

Darbe, çarpma, vurma gibi etkilerle kırılma ile basınçlı kırılma arasında, tanelerin kırılma tarzı bakımından önemli bir farklılık mevcuttur. Basınç etkisiyle kırmada, parçalarda meydana gelen iç gerilmeler daha sonra çatlamalara neden olur. Darbeli kırmada ise işlem anidir ve gerilim bırakmaz (Canbazoglu, 2003).

3. ARAZİ VE LABORATUAR ÇALIŞMALARI

Sivas ili Ozmuş Köyü Boztepe Mevkiinde yer alan taş ocağı malzemesinin beton agregası olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada yürütülen arazi ve laboratuar çalışmaları ayrıntılı olarak aşağıda sunulmuştur.

3.1. Saha İle İlgili Çalışmalar

Söz konusu saha, Sivas ilinin 26 km kuzeybatısında, Ozmuş köyü Boztepe mevkiinde bulunan 10 hektarlık alanı kapsamakta olup (Şekil 2), 1/25.000 ölçekli Sivas I37 – b2 paftasında yer almaktadır. Kuşkusuz ki bir taş ocağı sahasının malzemesinin kullanılabilir olması için yeterli rezerv ve uygun kalitede olması gerekmektedir. Bu nedenle öncelikle rezerv belirlemeye yönelik çalışmalarla birlikte agrega kalitesini tespitiye yönelik numune alma işlemleri sürdürülmüştür. Çalışmaların ayrıntıları aşağıda sunulmuştur.

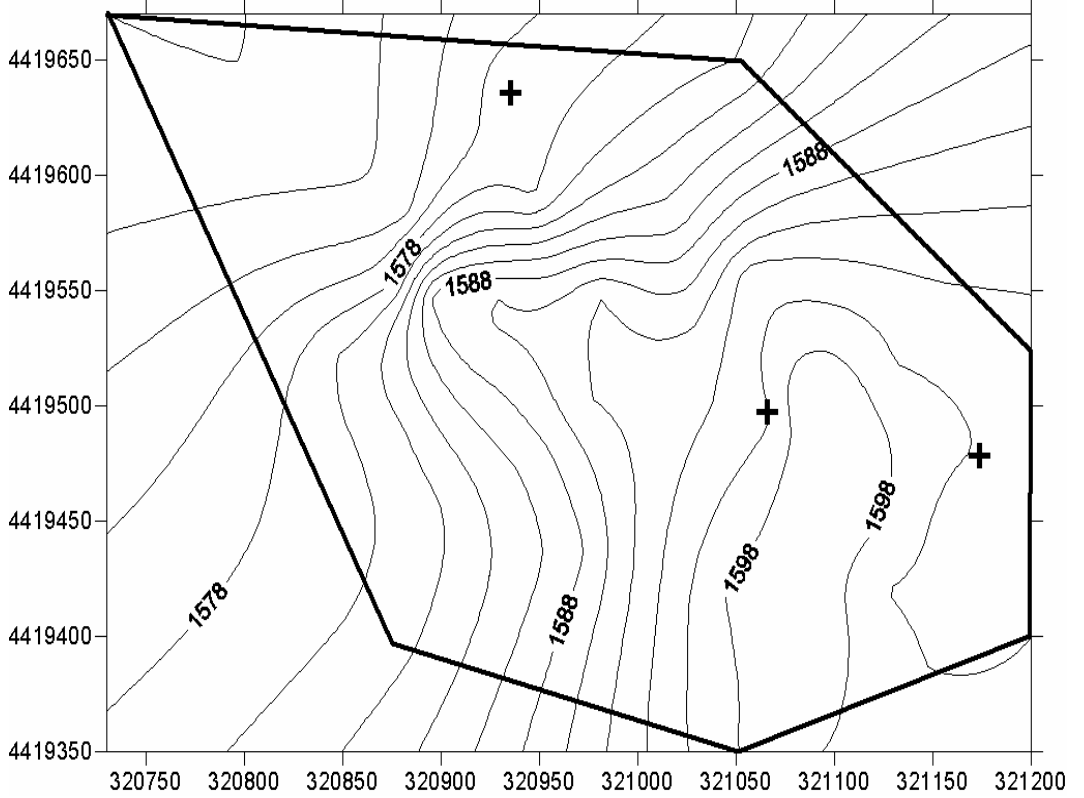


Şekil 2. Ozmuş köyü – Boztepe mevki kireç taşı ocağı yer buldu haritası

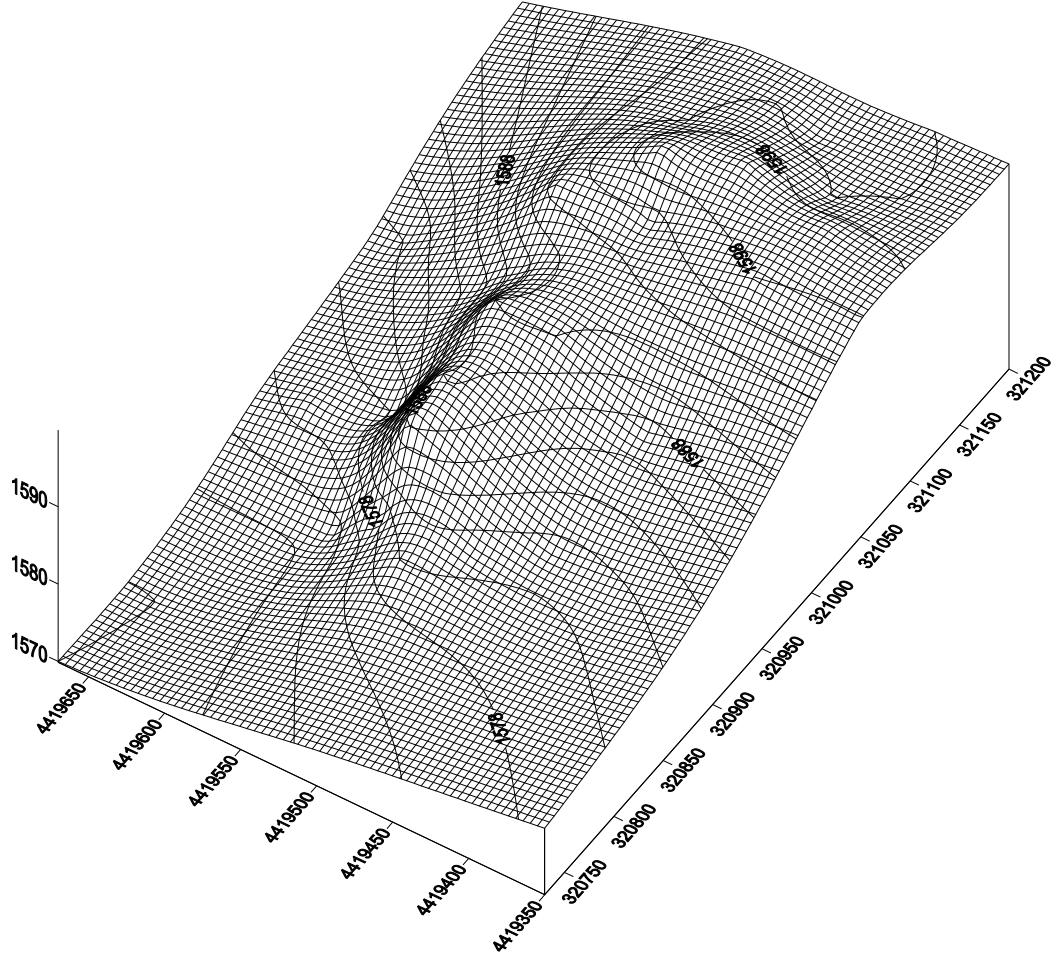
3.1.1. Rezerv Belirleme Çalışmaları

Söz konusu arazi yaklaşık 10 hektar büyüklüğe sahip kalker sahasıdır. Sahada 3 adet sondaj yapılmış olup bunlardan bir tanesi 9 m, diğer ikisi 25'er m. kalker kesmiştir. Saha üzerinde yer yer toprak örtüsü yer almaktadır.

Sahada sınır ve iç bölgelerde GPS kullanılarak koordinat okuması ve rakım tespiti yapılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları Ek 1.'de verilmiştir. Bu verilerden yararlanılarak, Surfer 8,0 paket programı kullanılarak saha ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Şekil 3. de saha sınırları ve eş yükselti eğrileri (Ölçek= 1/2500), şekil 4. de sahanın üç boyutlu görünümü sunulmuştur. Saha ölçüm verilerinden yararlanılarak yaklaşık 4.000.000 ton kalker rezervi belirlenmiş olup, bu rezerv bir taş ocağı işletmesi için yeter düzeydedir.



Şekil 3. Ozmuş Köyü Boztepe mevkii taşocağı sahası topoğrafik haritası ve işletme sınırları (Ölçek = 1/ 3200)



Şekil 4. Ozmuş Köyü Boztepe mevkii taşocağı sahası üç boyutlu görünümü

3.1.2. Numune Alma İşlemleri

Boztepe mevkii taş ocağı malzemesinin beton agregası olarak kullanılabilirliğini belirlemek için sahanın çeşitli yerlerinden geneli temsil edecek şekilde ilk aşamada yaklaşık 1 ton, ikinci aşamada yaklaşık 40 ton numune alınmıştır. İlk aşamada temin edilen numuneler C.Ü. Müh. Fak. Maden Müh. Böl. Cevher Hazırlama Laboratuarında çeneli kırıcıda kırılarak deneylerde kullanılmışlardır. İkinci aşamada temin edilen numuneler ise Tecer-Doğan

İnş.Ltd.Şti.'ye ait kırmataş ocağında kırma-eleme işlemine tabi tutularak çeşitli deneylerde kullanılmışlardır.

3.2 Laboratuvar Çalışmaları

Her iki aşamada elde edilen agregalar için kimyasal analizleri takiben elek analizleri, su emme, özgül ağırlık, donda dayanım, Los Angeles, incelik modülü, sağlam olmayan madde ve organik kökenli madde belirleme çalışmaları sürdürülmüştür. Bu işlemleri takiben söz konusu hammadde ile çeşitli beton sınıflarında küp beton numuneleri dökülmüş ve sonuçları incelenmiştir.

3.2.1. Kimyasal Analiz

Kimyasal analizler TS EN 1744–1 (2002)'e göre Sivas Çimpor Çimento A.Ş. fabrikasında TSE numune hazırlama prosedürüne uygun olarak iki kez hazırlanan toz numuneler üzerinde yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2.'de verilmiştir. Çizelge 2.'de görüldüğü gibi her iki analiz sonuçları da birbiri ile uyumludur. Çizelge 3.'de bu sahaya ait agregaların kimyasal analiz sonuçlarının bazı taş ocağı agregaları ile karşılaştırılması verilmiştir.

Çizelge 2. Ozmuş Agrega Numunesinin Kimyasal Analiz Sonuçları

PARAMETRELER	1. Analiz Oran (%)	2. Analiz Oran (%)
MgO	0.90	0.90
Al ₂ O ₃	0.86	0.87
SiO ₂	2.44	2.40
SO ₃	0.10	0.09
K ₂ O	0	0
CaO	53.54	53.48
Fe ₂ O ₃	0.59	0.58
Kızdırma Kaybı	40.42	40.46

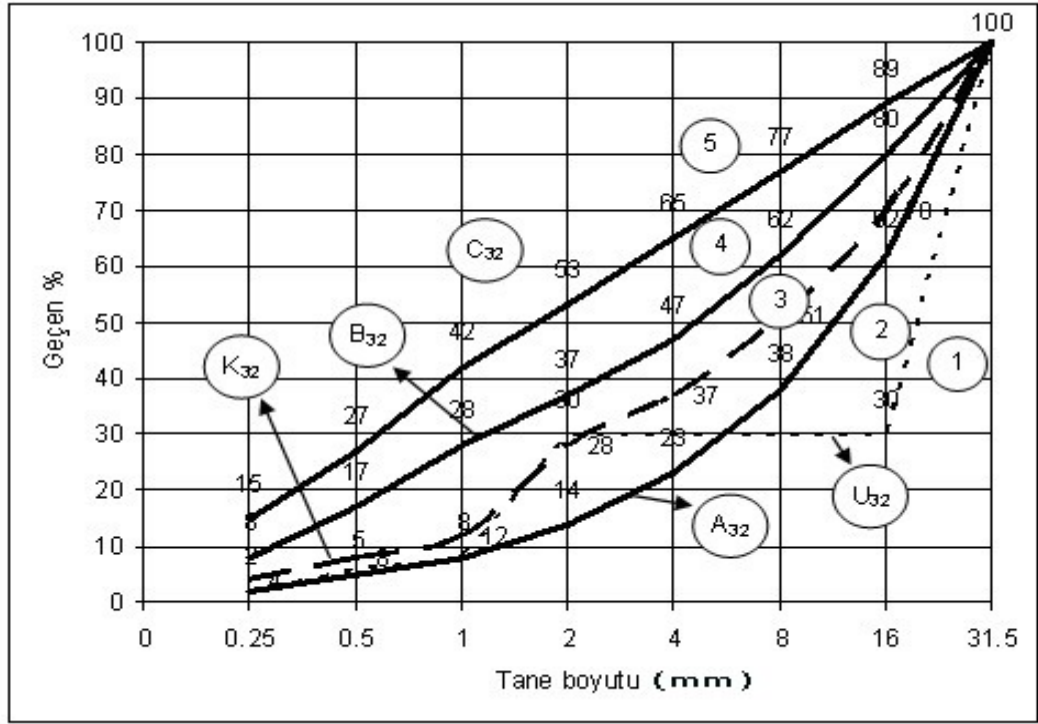
Çizelge 3. Bazı Agregaların Kimyasal Özellikleri Karşılaştırmaları

OCAKLAR	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	SO ₃
Ozmuş	53.51	0.90	2.42	0.87	0.59	–	0.10
Gemlik*	54.28	1.38	0.51	0.27	0.20	–	0.088
Demir Ex.*	53.32	1.69	1.40	0.33	0.32	0.092	0.056
Isparta*	54.70	0.16	1.67	0.04	0.05	–	0.017
Asyapı*	55.70	0.19	0.34	0.05	0.10	0.005	0.010
Aset*	55.17	0.62	0.09	0.01	0.09	–	0.032
Kabaktepe*	55.30	0.22	0	0	0.04	-	0.036

*(Canpolat, 2004)

3.2.2. Elek Analizleri

Hazır beton sektöründe 0–32 mm tane boyut aralığına sahip agregalar kullanılmaktadır. Bu agregaların TS EN 933–2 (1996)'de belirtilen gronülometri eğrilerine uygun olması gerekmektedir. Bunun tespiti için agregalar önce 0–8, 8–16, 16–32 ve mm kare açıklıklı eleklerde elenerek sınıflandırılmışlardır. Daha sonra gronülometri eğrisini elde etmek için bu aralıklara yönelik elek analizleri yapılmış ve sonuçları Ek 2'de verilmiştir. Sonuçlara göre oluşan gronülometri eğrisi Şekil 5'de verilmiştir. Şekil 5'de görüldüğü gibi hazırlanan agreganın granülometri eğrisi (K₃₂) TS 706 (1980)'nın en uygun aralığına uymaktadır.



Şekil 5. Ozmuş numunesi tane dağılımının TS 706 (1980)'daki konumu

3.2.3. Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranları

Özgül ağırlık ve su emme oranlarını belirlemek üzere numuneler 0–8 mm, 8–16 mm ve 16–32 mm tane boyutlarında gruplandırılmış ve TS 3526 (1980)'ya göre deneylere tabi tutulmuştur (Çizelge 4). Bu deneyler Sivas Beton A.Ş. laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4. Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Deney Sonuçları

Deney Sonucu	Tane Boyutu (mm)		
	0–8	8–16	16–32
Hacim özgül ağırlığı-kuru (gr/cm^3)	2.60	2.59	2.60
Hacim özgül ağırlığı-doygun	2.64	2.60	2.60
Zahiri özgül ağırlık	2.71	2.63	2.61
Su Emme Oranı (%)	1.60	0.80	0.10

3.2.4. Diğer Deney Sonuçları

Ozmuş agregasına yönelik bu çalışmada, yukarıda verilen deneylere ek olarak Los Angeles aşınma deneyi (TS EN 1097-2, 2000), dona karşı dayanım (TS EN 1367-1, 2000), incelik modülü (TS 3527,1980), organik kökenli madde (TS3673, 1982) ve sağlam olmayan madde (TS3528,1980) deneyleri yapılmış olup sonuçlar Çizelge 5. de sunulmuştur.

Bu agregalar ile dökülen betonda alkali-silika reaksiyonuna yönelik bir veri elde edilememiş, bu nedenle alkali silika deneyine gerek görülmemiştir.

Çizelge 5. Diğer Deney Sonuçları

Deney Türü	Deney Sonuçları
Los Angeles Aşınma Deneyi (%)	33,9
Dona Karşı Sağlamlık (Na ₂ SO ₄) (%)	2,30
İncelik Modülü (%)	2,09
Agregalarda Organik Maddeler (NaOH)	Açık sarı renk
Agregalarda Sağlam Olmayan Maddeler (%)	0,1

3.3. Beton Deneyleri

Boztepe mevkii agrega numuneleri, daha sonraki süreçte Sivas Beton A.Ş. laboratuvarlarında çeşitli basınç dayanım sınıflarında küp beton numuneleri dökülmüştür. Bu numuneler sırasıyla 7 günlük ve 28 günlük basınç dayanımı testlerine tabi tutulmuştur. Söz konusu deney sonuçları Çizelge 6. da verilmiştir. 28 günlük deney sonuçları aynı ve/veya benzer koşullarda hazırlanan Tecer agregaları ile dökülen beton deney sonuçları ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 7).

Çizelge 6. Beton Dayanımı Deney Sonuçları

Beton Sınıfı	7 Günlük Basınç Dayanımı (kg/cm ²)	28 Günlük Basınç Dayanımı (kg/cm ²)
C 12 / 15	166,77	210,03
C 16 / 20	216,87	242,94
C 20 / 25	235,99	275,64
C 25 / 30	349,40	388,25
C 30 / 37	370,44	487,32

Çizelge 7. 28 Günlük Beton Dayanımı Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması

Beton Sınıfı	Ozmuş-Boztepe Basınç Dayanımı (kg/cm ²)	Tecer Basınç Dayanımı (kg/cm ²)
C 12 / 15	210,03	218,25
C 16 / 20	242,94	264,60
C 20 / 25	275,64	304,51
C 25 / 30	388,25	404,92
C 30 / 37	487,32	494,53

Deneyle yapılrken, küp numuneler 150 mm * 150 mm* 150 mm ebatlarında dökülen numunelerin standart ağırlıkları 8,1 kg'dir. Bu numuneler Sivas Beton A.Ş'ye ait laboratuvarlarında hazırlanıp deney işlemlerine tabi tutulmuştur. Beton deney sonuçları ve diğer tüm deney sonuçları ilgili standartlara göre değerlendirildiğinde bu sahaya ait agregaların agregalarda aranan özelliklere uygun olduğu belirlenmiştir.

4. KIRMATAŞ OCAK FİZİBİLİTESİ

Ozmuş köyü Boztepe mevki kireçtaşı sahasının mostra veren yaklaşık 10 hektarlık bir bölümü için rezerv belirlenmiş ve bu alana yönelik fizibilite analizi yapılmıştır. Üretim sahasının bazı bölümlerinde kalınlığı 30 cm'yi geçmeyen toprak örtüsü bulunmakta, büyük bölümü açıktır. Dolayısıyla dekapaj faaliyetine gerek duyulmayacak, bazen kireçtaşı oluşumları üzerindeki toprak örtüsü için ufak çaplı sıyırma ve temizleme faaliyeti yapılacaktır.

Söz konusu üretim alanında kireçtaşı yatay konumludur. Sahanın kuzey-batısında yaklaşık 10 m. yüksekliğinde 150 m genişliğinde doğal bir basamak vardır. Dolayısı ile üretime yamaç işletmesi olarak buradan başlanmasının uygun olacağına karar verilmiştir. İşletmede iş akışının delme-patlatma işlemini takiben kazanılan hammaddenin kırıcı ünitesine aktarımı, kırıcı ünitesinden sonra eleme işlemi gerçekleştirilerek nihai ürünün tüketim alanlarına taşınması şeklinde olması kararlaştırılmıştır.

4.1 Tesis Kapasitesi

Ozmuş köyü Boztepe mevki kirmataş ocağı için ilk olarak hedef kullanım yeri, ayrıca ocak ruhsatını'da elinde bulunduran Sivas Beton A.Ş. hazır beton tesisi ve diğer hazır beton tesisleri düşünülmüştür.

Taşocağında hazır beton tesislerinin ihtiyaç duyacağı 0-8, 8-16, 16-32 mm tane boyutunda malzeme üretiminin yapılması planlanmıştır. Sektörün talepleri dikkate alındığında işletme kapasitesinin 250.000 ton civarında olması, ileri yıllar için % 20'lik kapasite artışına uygun seçimin yapılması tasarlanmıştır. Bu kapasite temel alınarak, agreganın 180 günde üreteceği esastan hareketle kirmataş ocak ekipmanı ile kırıcı ve elek seçimi yapılmıştır.

Gerek uygulamadaki yamaç işletmeleri ile benzerlikten gerekse yapılan laboratuvar çalışmalarından elde edilen kayaç parametrelerinden (sağlam, az çatlaklı, 2,6 ton/m³ özgül ağırlıklı) hareketle ve yatağın geometrik büyüklüklerine dayanarak basamak yüksekliği 9 m olarak seçilmiştir. Üretim planlamasında

çalışma süreleri aşağıdaki şekilde tespit edilmiş, fizibilite analizi için gerekli hesaplar aşağıda verilmiştir.

Yıllık çalışma süresi 180 iş günü/yıl

Vardiya sayısı 1 vardiya/gün

Vardiya süresi 9 saat/gün

Fiili çalışma süresi 8 saat/gün

4.2. Delici Seçimi ve Delme-Patlatma Maliyetleri

İşletme basamak yüksekliğinin 9 m olmasına ve delik çapının 90 mm olarak uygulanmasına karar verilmiştir. Bu amaçla ilk yatırım tutarı 50000 Ytl olan üstten vurmali delici makine alınmasının yeterli olacağı belirlenmiştir. Delme-patlatma tasarımına ve patlayıcı tüketimine yönelik hesaplar aşağıda sunulmuştur (Eskikaya ve ark, 2005).

1) Dilim kalınlığı

$$V_{\max} = \frac{Dx45}{100} x k_{df} x p_{df} x t_{zf} \quad (9)$$

Burada;

V_{\max} : Dilim kalınlığı (m)

D: Delik çapı (mm)

K_{df} : Kayaç düzeltme faktörü ($k_{df} = \sqrt{0,4/c}$)

c: Kayaç sabiti (0.375)

P_{df} : Patlayıcı düzeltme faktörü ($p_{df} = \sqrt{\frac{pxs}{1.25}}$)

Patlayıcı madde:

Dip şarj için	ANFO + %5Al	P: 0.85	S: 1.10
Kolon şarj için	ANFO	P:0.85	S: 0.962

T_{zf} : Taban zorluğu faktörü ($t_{zf} = \sqrt{1/f}$)

f: Delik taban zorluğu faktörü (1.11)

$$\text{Dilim kalınlığı; } V_{\max} = \frac{90 \times 45}{100} \times \sqrt{0.4 \times 0.375} \times \sqrt{\frac{1.1 \times 0.85}{1.25}} \times \sqrt{\frac{1}{1.11}} = 3.40 \text{ m}$$

2. Delik Boyu

$$H = (K + U) * k \quad (10)$$

H: Delik boyu (m)

K: Basamak yüksekliği (m)

U: Alt delik uzunluğu (m) ($U = 0.3 * V_{\max}$)

k: Trigonometrik katsayı (1)

Delik boyu; $H = (9 + 0.3 * 3.4) * 1 = 10 \text{ m}$

3. Delgi hatası

$$F = \frac{D}{1000} + 0.03 * H \quad (11)$$

F: Delgi hatası (m)

$F = 90/1000 + 0.03 * 10 = 0.09 + 0.3 = 0.4 \text{ m}$

4. Gerçek delik ayna uzaklığı

$$V = V_{\max} - F \quad (12)$$

V: Gerçek delik ayna uzaklığı (m)

$V = 3.4 - 0.4 = 3 \text{ m}$

5. Delikler arası uzaklık

$$E = 1.25 * V \quad (13)$$

E: Delikler arası uzaklık

$E = 1.25 * 3 = 3.75 \text{ m}$

6. Dip şarj hesabı

$$L_{dip} = 1.3 * V \quad (14)$$

L_{dip} : Dip şarj uzunluğu (dm)

$L_{dip} = 1.3 * 3 = 3.9 \text{ m} = 39 \text{ dm}$

$$Q_{dip} = L_{dip} * A * \mu_{dip} \quad (15)$$

Q_{dip} : Dip şarj oranı (kg)

A: Delik kesiti (dm^2)

μ_{dip} : Patlayıcı yoğunluğu (kg/dm^3)

$$Q_{dip} = 39 * 0.622 * 0.85 = 20 \text{ kg}$$

7. Kolon şarj hesabı

$$L_{kol} = H - L_{dip} - S \quad (16)$$

L_{kol} : Kolon şarj uzunluğu (dm)

S: Sıkılama boyu (dm)

$$L_{kol} = 10 - 3,9 - 3 = 3.1 \text{ m} = 31 \text{ dm}$$

$$Q_{kol} = L_{kol} * A * \mu_{kol} \quad (17)$$

Q_{kol} : Kolon şarj oranı (kg)

μ_{kol} : Patlayıcı yoğunluğu (kg/dm^3)

$$Q_{kol} = 31 * 0.622 * 0.85 = 16,4 \text{ kg}$$

8. Sıkılama boyu

$$S = V \quad (18)$$

S: Sıkılama boyu (m)

S: 3 m

9. Özgül delik oranı

$$I = \frac{H}{(E * V * K)} \quad (19)$$

I: Özgül delik oranı (m/m^3)

$$I = 10/3 * 3.75 * 9 = 0.099 \text{ m}/\text{m}^3$$

10. Özgül şarj oranı

$$Q_{top} = Q_{dip} + Q_{kol} \quad (20)$$

Q_{top} : Bir deliğe beslenecek toplam patlayıcı miktarı (kg)

$$Q_{top} = 20 \text{ kg} + 16,4 \text{ kg} = 36,4 \text{ kg}$$

$$q = \frac{Q_{top}}{(E * V * K)} \quad (21)$$

q: Bir m^3 kayacı patlatmak için kullanılan patlayıcı miktarı (kg/m^3)

$$q = 36.4/101.25 = 0.36 \text{ kg}/\text{m}^3$$

10. Patlatma sonrasında bir delikten kazanılacak üretim (ton/delik)

$$\ddot{U} = V * E * H * \mu \quad (22)$$

\ddot{U} : Toplam bir patlatmada bir delikten yapılan üretim (ton/patlatma)

μ : Kalker malzemesinin yoğunluğu (kg/dm³)

$$\ddot{U} = 3 * 3.75 * 2,6 * 10 = 292,5 \text{ ton/patlatma}$$

Bir patlatmada 60 adet delik delineceğinden, kazanılan toplam malzeme $60 * 292,5 = 17550$ ton/patlatma'dır.

Kırmataş ocağı fizibilitesinde, yıllık agrega üretim miktarının 250.000 ton/yıl olacağı hesaplanmıştır. Buna göre gerekli olan delik düzeni, delik çapı 90 mm, delik boyu 10 m, delik ayna uzaklığı 3m, delikler arası uzaklık 3.75m, toplam delik sayısı 60 adet olarak belirlenmiştir.

Toplam 60 delikten kazanılacak malzeme: $60 * 292,5 = 17550$ ton

Böylece yıllık yapılması gereken toplam patlatma işlemi adedi;
 $250.000/17550 \approx 14.25 = 15$ patlatma gerekmektedir.

Patlatma Maliyeti;

$$P_m = (T_{mv} * q * K_{af}) + (D_s * T_d * T_{df}) + (D_s * T_{ek} * T_{ekf}) + T_p \quad (23)$$

P_m : Patlatma maliyeti (Ytl)

$$T_{mv} = E * V * K * D_s \quad (24)$$

T_{mv} : Toplam bir patlatmada kazanılacak malzeme hacmi (m³)

$$T_{mv} = 3.75 * 3 * 10 * 60 = 6750 \text{ m}^3$$

q : Bir m³ malzeme kazanabilmek için kullanılacak anfo (kg/m³)

K_{af} : Anfonun kg fiyatı (Ytl/kg)

T_d : Bir delikte kullanılacak dinamit ağırlığı (kg/delik)

T_{df} : Dinamitin kg fiyatı (Ytl/kg)

T_{ek} : Bir delikte kullanılacak elektrikli kapsül adedi (adet/delik)

T_{ekf} : Elektrikli kapsül adet fiyatı (Ytl/adet)

T_p : Toplam ateşleme fitil maliyeti (Ytl)

$$P_m = (6750 * 0.36 * 0,84) + (60 * 1 * 4,2) + (60 * 1 * 1,66) + 200 = 2592,8 \text{ Ytl Ytl}$$

$$\text{Yıllık toplam patlatma maliyeti} = 2592,8 \text{ Ytl/adet} * 15 \text{ adet} = 38892 \text{ Ytl}$$

Delme Maliyeti;

Delici ekipman performansına göre 4 günde 60 delik delineceği kabul edilmiştir. Komprasör delinen her metre başına 1 lt mazot harcar.

$$D_{em} = D_m * M_f * P_{as} * D_s * H \quad (25)$$

D_{em} : Bir yıllık toplam delme maliyeti (Ytl/yıl)

D_m : Bir metre delik delinebilmesi için gereken mazot (lt/delik)

M_f : Mazotun Litre fiyatı (Ytl/lt)

p_{as} : Toplam patlatma sayısı (adet/yıl)

$$D_{em} = 1 \text{ lt/m} * 2,6 \text{ Ytl/lt} * 15 * 60 \text{ delik} * 10 \text{ m/delik} = 23400 \text{ Ytl}$$

Yaklaşık her iki patlatmada 800 Ytl matkap ve tij maliyeti olacağı kabul edilmiştir. Böylece toplam matkap ve tij maliyeti 6000 ytl olarak kabul edilmiştir.

Toplam Delme - Patlatma Maliyeti;

Bütün bu maliyetler hesaplandıktan sonra, nihai delme-patlatma maliyetlerinin hesaplanabilmesi için patlatma maliyeti, delme maliyeti, matkap ve tij maliyetleri toplanmıştır. Bunlara ek olarak gelecek üretim yükselişlerinde, hammadde üretimi dikkate alınarak güvenlik katsayısı 1,1 ile çarpılmıştır.

$$(38892 \text{ Ytl} + 23400 \text{ Ytl} + 6000 \text{ Ytl}) * 1,1 \text{ (Güvenlik katsayısı)} = 75121,2 \text{ Ytl.}$$

4.3. Yükleme ve Nakliye İşlemleri

Ozmuş kırmataş ocağı yükleme ve nakliye işleri kamyon + loder yöntemi kullanılarak gerçekleştirilecektir. Üretimi yapılan hammadde loderle kamyona yüklenerek yaklaşık 200 m mesafede kurulması planlanan kırma ünitesine taşınacaktır. Kırmataş ocağında yerinden delme patlatma yöntemi kullanılarak kazı işlemi yapıldığı için Kamyon + Loder yöntemine karar verilmiştir, bu ekipmanlara ek olarak kepçe kapasitesi 1,5 m³'lük bir ekskavatörün alınmasında fayda görülmüştür. .

4.3.1. Loder Seçimi ve Yükleme Maliyeti

Yükleyici seçimi 1, 2 ve 3 nolu eşitlikler yardımı ile yapılacaktır (Canpolat, 2004).

$Q = 66,77 \text{ m}^3/\text{ saat}$, $T_c = 60 \text{ sn}$, $D_c = 1$, $C = 60$ sefer (Eşitlik 2), $S = 1$, $A=0,9$, $O = 0,9$, $D_f = 0,8$, $K_f = 0,7$, $B_f = 1$ (Eşitlik 3), $P = 0,8$ ve $K_c = 1.70 \text{ m}^3$ (Eşitlik 1) olarak belirlenmiştir.

Buna göre işletme 1.70 m^3 kapasiteli loder'e ihtiyaç duymaktadır. Fakat ilerleyen yıllardaki kapasite artışları da göz önüne alınarak loder için 3 m^3 'lük kepçe kapasitesinin uygun olacağı belirlenmiştir.

Yükleyicinin yıllık kapasitesi hesaplanırken aşağıdaki formüllerden yararlanılmaktadır.

$$\dot{U}_c = K_c * t_v * V * g * \mu * k_f * \left(\frac{1}{S}\right) * O * P * A * C \quad (26)$$

\dot{U}_c : Yükleyicinin kapasitesi (ton/yıl)

K_c : Kepçe kapasitesi (m^3)

t_v : Vardiyadaki fiili çalışma süresi (saat/vardiya)

V : Vardiya sayısı

μ : Özgül Ağırlık (gr/cm^3)

k_f : Kabarma faktörü

O : İşletme faktörü

P : Yer değiştirme faktörü

A : İş yapabilirlik faktörü

C : Sefer sayısı (90° lik dönmede sefer sayısı/saat)

$$\dot{U}_c = 3 * 8 * 1 * 180 * 2,6 * 0,8 * (1/1) * 0,9 * 0,8 * 0,8 * 60 = 310542,336 \text{ ton/yıl}$$

Bu hesaptan yola çıkarak bu işletme için şimdiki ve ilerleyen dönemler için 3 m^3 'lük bir loderin yeterli olacağı belirlenmiştir. Ayrıca değeri 190000 Ytl olan, kepçe kapasitesi $1,5 \text{ m}^3$ 'lük bir ekskavatörün alınmasında fayda görülmüştür.

4.3.2. Kamyon Seçimi

Kırmataş için gerekli kamyon seçimi ve bunlarla ilgili parametreler ve eşitlikler aşağıda verilmiştir.

1. Dolu hareket süresi

$$L_d = \frac{L * 60dak}{(V_d * F_{vd})} \quad (27)$$

L_d : Dolu hareket süresi (dak)

L: Stok sahası ve ocak arası mesafe (km)

V_d : Dolu kamyonun hızı (km/saat)

F_{vd} : Dolu kamyonun ortalama hız faktörü

$$L_d = 1 * 60 / 30 * 0,55 = 2,7 \text{ dak}$$

2. Geri dönüş süresi

$$L_g = \frac{L * 60dak}{(V_b * F_{vb})} \quad (28)$$

L_g : Boş hareket süresi (dak)

V_b : Boş kamyonun hızı (km/saat)

F_{vb} : Boş kamyonun ortalama hız faktörü

$$L_g = 1 * 60 / 40 * 0,65 = 2,3 \text{ dak}$$

Boşaltma manevrası = 1 dak

Boşaltma süresi = 1,5 dak

Dolma süresi = 4 dak

Manevra süresi = 0,4 dak

$$n_s = \frac{\left(60 \frac{dak}{sa}\right)}{T_\zeta} \quad (29)$$

n_s : Kamyonun saatlik sefer sayısı (sefer / saat)

T_ζ : Kamyonun toplam çevrim süresi (dak)

$$n_s = 60 / 11,9 = 5 \text{ sefer / saat}$$

Kamyonun saatlik kapasitesi;

$$K_s = k_c * n_s * f_a * f_i \quad (30)$$

K_s : Kamyonun saatlik kapasitesi (ton/saat)

k_c : Kepecin 4 seferde doldurma kapasitesi (ton/sefer)= 25 ton / sefer

f_a : Araç iş yapabilirlik faktörü = 0,8 teorik olarak

f_i : İşletme faktörü = 0,9 teorik olarak

$$K_s = 30 * 5 * 0,8 * 0,9 = 90 \text{ ton / saat}$$

Kamyon için saatlik kapasite yukarıda görüldüğü gibi hesaplanmıştır. Üretim planında istenen 173,6 ton / saat hammadde üretimi için iki kamyon gereklidir.

4.4. Kırma Eleme Tesisi Seçimi ve Maliyetler

Kırma-eleme tesisinde birincil olarak darbeli kırıcı, ikincil olarak çekiçli kırıcı kullanılacaktır. Bu ekipmanlara ek olarak gerekli elek ve bant seçimi yapılmış olup gerekli mali bilgiler ek 3'te verilmiştir.

4.5. Fizibilite Analizi

Bir ocak fizibilitesi yapılabilmesi için gerekli parametreler aşağıda sırasıyla verilmiştir.

4.5.1. Makine-Ekipman Yatırımları

Ozmuş kireçtaşı ocağı projesi kapsamında maden işletme yatırımı için söz konusu olacak yatırım kalemleri, lastikli yükleyici, ekskavatör, kamyon, delme makinesi, kırma-eleme ünitesi, manyeto, servis aracı, komprasör ve delici tabancadır. Bu malzemelere ait toplam yatırım tutarı 1.339.500 YTL olup her bir yatırım malzemesine ait bilgiler ek 3 'te sunulmuştur.

4.5.2. Yatırım Tutarları

Yatırım tutarının belirlenmesine yönelik olarak makine-ekipman yatırımlarına ilave olarak etüt ve proje giderleri, arazi bedeli, inşaat işleri ulaştırma, enerji ve iletişim, şantiye malzemeleri, işletme sermayesi, işletmeye alma giderleri, sabit yatırım ve beklenmeyen giderler baz alınmıştır. Toplam yatırım tutarı 2.021.475 YTL olup ayrıntıları ek 4'te verilmiştir.

4.5.3. İnsan Gücü Talebi ve Personel Giderleri

Ozmuş köyü Boztepe mevki kırımtaş ocağında öncelikle iş gücü yakın yerleşim birimlerinden, eğer bu sağlanamazsa şehir merkezinden sağlanacaktır. Bu işletmeye yönelik insan gücü talebi ve personel giderleri ile ilgili hesaplamalar ek 5'te verilmiştir. İşletme için gerekli personele yönelik 106800 YTL/yıl harcama öngörülmüştür.

4.5.4. Üretimle İlgili Tüm Giderler

Üretimle ilgili tüm giderlere yönelik, ruhsat harcı, elektrik enerjisi, iletişim, iase, ulaşım, ısıtma su, personel-işçilik, akaryakıt ve yağ, bakım-onarım, yedek parça, delme patlatma, amortisman, beklenmeyen giderler ve işletme sermayesi faizi kalemleri hesaplanmış, bu giderlere yönelik ve bu kalemlerle ilgili kabuller yapılmıştır. Bu Üretimle ilgili tüm yönelik işletme giderleri ile ilgili hesaplamalar ek 6'ta verilmiştir.

4.5.5. Amortismanların Hesabı

Amortisman hesapları yapılırken Ağırlıklı amortisman hesaplaması esas alınmıştır. Buna bağlı olarak amortisman tabii tutulan kalemler ve amortisman süreleri, amortisman tutarları, hurda bedelleri hesaplanmıştır. İlgili hesaplamalar ek 7'te verilmiştir.

4.5.6. İşletme Gelir – Gider Durumu

Ozmuş mevki Boztepe formasyonu için yapılan ekonomik değerlendirme kapsamında hazırlanan, işletme gelir – gider durumu, proforma gelir-gider durumu, fonların akışı, vergi sonrası kara göre indirgenmiş proje gelirleri, vergi öncesi kara göre indirgenmiş proje gelirleri sırasıyla ek 8,ek 9, ek 10,ek 11 ve 12'de verilmiştir.

Proforma ise işletme dönemine özgü gelir – gider tablosu olarak hazırlanıp, ” işletmenin kullanılabilir karını” hesaplamaya yönelik hazırlanır.

Fonların akışı tablosu ise çok genel haliyle proforma gelir gider tablosunda tespit edilen kullanılabilir karın amortismanlarla toplanıp kredi taksitlerinin veya borçlarının ödenmesi ile elde edilir. Bu tablodan, işletmenin ne zaman ne kadar borç alma verme durumunda olabileceği anlaşılır.

Bu hesaplamalar yapılırken net bugünkü değer ve iç karlılık oranının bilinmesi gerekmektedir.

Net bugünkü değer; gelecek dönemde varlığı söz konusu olan herhangi parasal bir meblağın bugüne indirilmiş değeridir.

$$P = \frac{K}{(1 + I)^n} \quad (31)$$

P: Bugünkü değer

K: n. Yıldaki parasal büyüklük

$$I = \frac{f}{100} \quad (32)$$

F: % faiz haddi

n: yıl veya dönem sayısı

İç karlılık oranı; nakit girişlerinin nakit çıkışlarına eşit olması durumundaki faiz oranıdır.

İç karlılık oranı şu formülle hesaplanır.

$$\sum_{n=0}^m \frac{I_n}{(1 + r)^n} = \sum_{n=m+1}^t \frac{f_n}{(1 + r)^n} \quad (33)$$

I_n = n. Yıldaki yatırım harcaması

n = yıl

m = yatırımın bittiği yıl

t – m = projenin ekonomik ömrü

f_n = n. Yıldaki nakit akışı

r = iç karlılık oranı

Buna göre söz konusu işletme fizibilitesinde vergi sonrası kara göre iç karlılık oranı ve vergi öncesi kara göre iç karlılık oranı hesaplamaları ek 13 ve ek 14'te verilmiştir.

4.5.7. Ekonomik Değerlendirmeler

Bu fizibilite kapsamında, projenin istihdam etkisi 202147,5 YTL/kişi, net katma değer 369375,04 YTL/yıl, brüt katma değer 504525,43 YTL/yıl, satış gelirleri satış fiyatı 4,5 Ytl/ton ve yıllık 250000 ton malzeme satılacağı öngörülerek toplam satış geliri 1125000 Ytl olacaktır. Bu hesaplamalara göre kapasite kullanım oranı % 39,63 olarak hesaplanmıştır. Bu işlemlere ait ekonomik değerlendirmeler ve başa başnoktası analizi sırasıyla ek 15 ve 16'ta verilmiştir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışma Sivas ili Ozmuş köyü Boztepe mevki taş ocağı malzemesinin beton agregası olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiş olup ulaşılan sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

- i. 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.
- ii. Şekil 5'de görüldüğü gibi kırma işlemi sonucunda Boztepe taşocağı agregasının granülometri eğrisi (K_{32}) TS 706 (1980)'nin en uygun aralığına uymaktadır.
- iii. Boztepe taşocağı agregasının kuru yoğunluğu $2,6 \text{ gr/cm}^3$, Los Angeles aşınma değeri (5) 33,9, dona karşı sağlamlık (Na_2SO_4) (%) 2.30, incelik modülü (%)2.09, agregalarda sağlam olmayan maddeler (%) 0,1 ve agregalarda organik madde (NaOH) deney sonucu açık sarı renktir. Bu haliyle söz konusu agrega beton agregası olarak kullanılabilir durumdadır.
- iv. Boztepe mevki agregaları ile çeşitli basınç dayanım sınıflarında küp beton numuneleri dökülmüş ve bu numuneler sırasıyla 7 günlük ve 28 günlük basınç dayanımı testlerine tabi tutulmuştur. Bu deney sonuçlarına göre söz konusu agregalar ile elde edilen betonun dayanım değerleri ilgili standartlara uygundur.
- v. Boztepe mevki ve Tecer yöresi agregaları ile dökülen beton numunelerinin 28 günlük basınç dayanımları karşılaştırıldığında birbirlerine oldukça yakın sonuçlar verdiği ve birbirlerine alternatif olarak kullanılacakları belirlenmiştir.

- vi. Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda betonda kullanılabilir olduğu belirlenen Boztepe taşocağı agregasının üretilmesine yönelik projelendirme ve fizibilite analiz çalışmaları yapılmıştır. Taşocağının yamaç işletmesi olarak 9 ar metrelik üç basamak halinde işletilmesine karar verilmiştir. Bu haliyle taşocağı ve kırma-eleme tesisinin toplam makine-ekipman yatırım tutarı 1.339.500,00 YTL, Toplam yatırım tutarı ise 2.021.475,00 YTL olarak belirlenmiştir.
- vii. Projenin net bugünkü değeri ve iç karlılık oranı vergi sonrası kara göre 1.432.389,49 YTL ve % 24.727, vergi öncesi kara göre 1.964.096,17 YTL ve %27,548'dür.
- viii. Projenin istihdam etkisi 202.147,50 YTL/kışı, projenin yaratacağı katma değer net 369.375,04 YTL/yıl, brüt 504.525,43 YTL/yıl'dır. Ayrıca başa baş noktasında kapasite kullanım oranı % 39.63'dür.
- ix. Gerek teknik gerekse ekonomik açıdan proje uygulanabilir.

Yukarıda ifade edilen sonuçlar ışığında oluşan öneriler aşağıda sunulmuştur.

- i. Sonuçlar ve elde edilen tecrübeler sonucunda Boztepe mevki taşocağı agregasının beton agregası olarak kullanılması ve ekonomiye kazandırılması gerek Sivas ve gerekse ülke ekonomisi açısından büyük öneme haizdir. Bu nedenle söz konusu sahanın işletilmesi önerilmektedir.
- ii. Boztepe mevki taşocağı Sivas'a yaklaşık 26 km, Tecer taşocakları ise 55 km uzaklıktadır. Bu durum dikkate alındığında Boztepe mevki taşocağı nakliye açısından oldukça avantajlıdır. Bu çalışmada verilen fizibilite analizinde bu durum dikkate alınmamıştır. Değerlendirmelerde bu durumun da dikkate alınması gerekmektedir.
- iii. Beton sektöründe dere agregası kullanımına son verilmelidir.

KAYNAKLAR

Eskikaya, Ş., Karpuz, C., Hindistan, A. M., Tamzok, N., 2005, “Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği El Kitabı”, Maden Mühendisliği Odası, Ankara, s. 211-220.

Canpolat, T., 2004, “Kabaktepe Kireçtaşı Ocağı İşletme Projesi ve Fizibilitesi", Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü Yüksek Lisans Tezi , Sivas, s. 1-2, s. 49-52, s. 74, s. 84, s.86.

Canbazoğlu, M., 2003, “Cevher Hazırlama Ders Notları”, Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Yayınları, Sivas, s. 55-94.

Yiğit, A., 2005, “Çerçi Deresi Taş Ocağı Malzemesinin Beton ve Asfalt Agregası Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi”, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü Yüksek Lisans Tezi , Sivas,

Anonim1, 2007; Agrega Web Sayfası.

Anonim2, 2007; Gürsan Makine Firması Ürün Katalog.

TS 706 EN 12620, 2003, Beton Agregaları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 707, 1980, Beton Agregalarından Numune Alma ve Deney Numunesi Hazırlama Yöntemi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 706, 1980, Beton Agregaları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 9582 EN 933- 3, 1999, Agregaların Yassılık Endekslerinin Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 3: Yassılık Endeksi 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 3673, 1982, Beton Agregalarında Organik Kökenli Madde Tayini Deney Metodu.

TS 3527, 1980 Beton Agregalarında İnce Madde Oranı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 3528, 1980, Beton Agregalarında Hafif Madde Oranı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 1744–1, 2000 Agregaların Kimyasal Özellikleri İçin Deneyler- Bölüm 1: Kimyasal Analiz, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 2517, 1977, Alkali Agregası Reaktivitesinin Kimyasal Yolla 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 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 1097–2, 2000, Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 2: Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metotlar, 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 Bölüm 2: Magnezyum Sülfat Deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 934- 2, 2002, Kimyasal Katkılar- Beton, Harç ve Şerbet İçin- Bölüm 2: Beton Katkıları- Tarifler ve Özellikler, Uygunluk, İşaretleme ve Etiketleme.

TS EN 206 – 1, 2002, Beton- Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk.

EKLER

Ek 1.**Topoğrafik Ölçüm Sonuçları**

Ölçüm No	Yukarı x	Sağa y	Rakım z	Açıklama
1	320932	4419639	1577	Sondaj 1 (9 m)
2	320876	4419553	1578	
3	320847	4419522	1580	
4	320874	4419487	1581	
5	320891	4419450	1581	
6	320949	4419477	1587	
7	320966	4419437	1587	
8	320941	4419513	1589	
9	320930	4419547	1590	
10	320898	4419548	1589	
11	320977	4419503	1592	
12	320981	4419547	1592	
13	321014	4419494	1593	
14	321006	4419444	1593	
15	321044	4419417	1598	
16	321094	4419401	1599	
17	321105	4419461	1600	
18	321088	4419506	1600	
19	321057	4419556	1595	
20	321131	4419518	1596	
21	321170	4419480	1596	Sondaj 2 (25 m)
22	321165	4419453	1595	
23	321147	4419386	1596	
24	321126	4419420	1596	
25	321062	4419496	1595	Sondaj 3 (25 m)
26	321030	4419535	1592	
27	321023	4419556	1589	
28	321018	4419581	1585	
29	320947	4419590	1578	
30	320880	4419585	1573	
31	320797	4419648	1570	
S1	320730	4419670	1570	Saha sınırı
S2	321050	4419650	1580	“
S3	321200	4419525	1595	“
S4	321200	4419400	1596	“
S5	321050	4419350	1598	“
S6	320875	4419400	1581	“

Ek 2.**Elek Analizi (0–8 mm)**

AGREGA TANIMI		0–8 mm			
ETÜV KURU AĞIRLIĞI (gr)		3000			
Elek Açıklığı (mm)	İnce elek üstü (gr)	Kümülatif Kalan(gr)	Beher elek üstü (%)	Kalan (%)	Geçen(%)
8	0	---	---	---	100
4	1085,9	1085,9	36,2	36,2	63,8
2	515,6	1601,5	17,19	53,39	46,61
1	329,3	1930,8	10,98	64,37	35,63
0,5	208,2	2139	6,94	71,31	28,69
0,25	174	2313	5,8	77,11	22,89
0,063	516,2	2829,2	17,21	94,32	5,68
0	170,5	3000	5,68	100	0
TOPLAM	3000				

Ek 2. devamı

Elek Analizi (8–16 mm)

AGREGA TANIMI		8–16 mm			
ETÜV KURU AĞIRLIĞI (gr)		3000			
Elek Açıklığı (mm)	İnce elek üstü	Kümülatif Kalan(gr)	Beher elek üstü(%)	Kalan(%)	Geçen(%)
16	0	---	---	---	100
8	2885,6	2885,6	96,19	96,19	3,81
4	114,4	3000	3,81	100	0
TOPLAM	3000				

Elek Analizi (16 – 32 mm)

AGREGA TANIMI		16–32 mm			
ETÜV KURU AĞIRLIĞI (gr)		3000			
Elek Açıklığı (mm)	İnce elek üstü	Kümülatif Kalan (gr)	Beher elek üstü (%)	Kalan (%)	Geçen (%)
32	0	---	---	---	100
16	2785,7	2785,7	92,86	92,86	7,14
8	214,3	3000	7,14	100	0
TOPLAM	3000				

Ek 2. devamı

Elek Analizi (0 – 32 mm)

AGREGA TANIMI		0–32 mm			
ETÜV KURU AĞIRLIĞI (gr)		5000			
Elek Açıklığı (mm)	İnce elek üstü (g)	Kümülatif Kalan(g)	Beher elek üstü (%)	Kalan (%)	Geçen(%)
32	0	0	---		100
16	1492,2	1492,2	29,84	29,84	70,16
8	960,1	2452,3	19,20	49,05	50,96
4	699,3	3151,6	13,99	63,03	36,97
2	447,8	3599,4	8,96	71,99	28,01
1	799,4	4398,8	15,99	87,98	12,02
0.50	205,0	4603,8	4,1	92,08	7,92
0.25	201,4	4805,2	4,03	96,11	3,90
Toplama Kabı	194,8	5000	3,90	100	0
TOPLAM	5000				

Ek 3.

MAKİNA-EKİPMAN YATIRIMLARI

Malzeme Türü	Adet	Birim Fiyatı (YTL)	Toplam (YTL)
Kepçe (3 m ³ , 245 Hp)	1	214500	214500
Ekskavatör (1,5 m ³ , 180 Hp)	1	190000	190000
Kamyon (18 ton, 170 Hp)	2	100000	200000
Delme makinesi (90 mm çap, 14 m delme boyu, 4 Hp)	1	50000	50000
Kırma-eleme tesisi	1	600000	600000
Manyeto	1	5000	5000
Servis aracı	1	35000	35000
Kompresör (8 Bar, Vidalı Komp.)	1	40000	40000
Delici Tabanca (32mm çap, 2100 Darbe/dak)	1	5000	5000
TOPLAM			1339500

Ek 4.

YATIRIM TUTARLARI

Yatırım Türü	Toplam (YTL)
Etüt ve proje giderleri	100000
Arazi bedeli	50000
İnşaat işleri	40000
Ulaştırma	10000
Enerji-iletişim	60000
Şantiye malzemeleri	10000
Makine-ekipman	1339500
İşletmeye alma giderleri	30000
ARA TOPLAM	1639500
Beklenmeyen giderler	81975
Toplam Sabit Yatırım	1721475
İşletme sermayesi	300000
TOPLAM	2021475

Ek 5.

PERSONEL GİDERLERİ

Görevi	Personel Sayısı	Brüt Maaş (YTL/ay-kişi)	Yıllık Çalışma Süresi (Ay)	Toplam (YTL/Yıl)
Mühendis (Teknik Nezaretçi)	1	1500	12	18000
Operatör	2	1000	12	24000
Kırma tesis operatörü	1	1000	12	12000
Delme-patlatma operatörü	1	1000	12	12000
Şoför	1	900	12	10800
Aşçı	1	700	12	8400
Vasıfsız işçi *	2	600	12	14400
Bekçi	1	600	12	7200
TOPLAM	10			106800

* Vasıfsız işçilerden 1 işçi, yedek işçi olarak kabul edilmiştir.

Ek 6.

ÜRETİMLE İLGİLİ TÜM GİDERLER

Gider Türleri	Tutar (YTL/Yıl)
Ruhsat harcı	3000
Elektrik enerjisi	150000
İletişim	5000
İaşe	70000
Ulaşım	10000
Isıtma	5000
Su	5000
Akaryakıt ve yağ	190000
Bakım-onarım yedek parça	22000
Delme-patlatma	75121
ARA TOPLAM 1	535121
Amortisman	135150.39
Personel-işçilik	106800
İşletme sermayesi faizi	30000
ARA TOPLAM 2	807071.39
Beklenmeyen giderler	40353.57
GENEL TOPLAM:	847424.96

Ek 7.

AMORTİSMAN HESABI

Yatırımın Türü	Yatırım Tutarı (YTL)	Amortisman Tabii Tutar (YTL)	Amortisman Süresi (Yıl)	Toplam Tutar (YTL)
Etüt-proje	100000	100000	20	2000000
İnşaat işleri	40000	40000	20	800000
Ana teçhizatlar	1339500	1205550	10	12.055.500
Ulaştırma	10000	10000	20	200000
Enerji-iletişim	60000	54000	20	1080000
Şantiye demirbaşları	10000	10000	10	100000
İşletmeye alma giderleri	30000	30000	10	300000
Beklenmeyen giderler	81975	81975	10	819750
TOPLAM:	1671475	1531525		17.355.250
Ağırlıklı amortisman süresi				11.33200568
Yıllık amortisman miktarı				135150.3911
Son yıla kalan amortisman				44870.69759

Ek 8.

HURDA DEĞERİ HESABI

<u>Gider Türü:</u>	<u>Toplam Tutar (YTL)</u>	<u>Hurda Oranı (%)</u>	<u>Toplam</u>
Ana teçhizatlar	1339500	0.1	133950
		Toplam	133950

Ek 9.

İŞLETME GELİR-GİDER DURUMU

Yıl	İşçilik ve Personel Giderleri (YTL/Yıl)	Genel İşletme Giderleri (YTL/Yıl)	Amortisman (YTL/Yıl)	TOPLAM 1	Kredi Faizleri (YTL/Yıl) Yatırım Dönemi	İşletme Sermayesi	TOPLAM 2	Birim Maliyet (YTL/Ton)	Kırma Taş Satış Fiyatı (YTL/Ton)	Satış Geliri (YTL/Yıl)
1	106800	575474.57	135150.39	817424.96	30000		847424.96	3.39	4.5	1125000
2	106800	575474.57	135150.39	817424.96	30000		847424.96	3.39	4.5	1125000
3	106800	575474.57	135150.39	817424.96	30000		847424.96	3.39	4.5	1125000
4	106800	575474.57	135150.39	817424.96	30000		847424.96	3.39	4.5	1125000
5	106800	575474.57	135150.39	817424.96	30000		847424.96	3.39	4.5	1125000
6	106800	575474.57	135150.39	817424.96	30000		847424.96	3.39	4.5	1125000
7	106800	575474.57	135150.39	817424.96	30000		847424.96	3.39	4.5	1125000
8	106800	575474.57	135150.39	817424.96	30000		847424.96	3.39	4.5	1125000
9	106800	575474.57	135150.39	817424.96	30000		847424.96	3.39	4.5	1125000
10	106800	575474.57	135150.39	817424.96	30000		847424.96	3.39	4.5	1125000
11	106800	575474.57	135150.39	817424.96	30000		847424.96	3.39	4.5	1125000
12	106800	575474.57	44870.70	727145.27	30000		757145.27	3.03	4.5	1125000
13	106800	575474.57		682274.57	30000		712274.57	2.85	4.5	1125000
14	106800	575474.57		682274.57	30000		712274.57	2.85	4.5	1125000
15	106800	575474.57		682274.57	30000		712274.57	2.85	4.5	1125000
16	106800	575474.57		682274.57	30000		712274.57	2.85	4.5	1125000
17	106800	575474.57		682274.57	30000		712274.57	2.85	4.5	1125000
18	106800	575474.57		682274.57	30000		712274.57	2.85	4.5	1125000
19	106800	575474.57		682274.57	30000		712274.57	2.85	4.5	1125000
20	106800	575474.57		682274.57	30000		712274.57	2.85	4.5	1125000

Ek 10.**PROFORMA GELİR-GİDER DURUMU**

Yıl	Satış Geliri (YTL/Yıl)	Proje Gideri (YTL/Yıl)	Devlet Hakkı (%4) (YTL/Yıl)	Proje Karı (YTL/Yıl)	Yatırım İndirimi (YTL/Yıl)	Kredi Faizleri (YTL/Yıl)		Vergi Matrahı (YTL/Yıl)	Madencilik Fonu (%5) (YTL/Yıl)	Kurumlar Vergisi (%25) (YTL/Yıl)	Gelir Vergisi Stopajı (%10) (YTL/Yıl)	Kullanılabilir Kar (YTL/Yıl)
						Yatırım Dönemi	İşletme Sermayesi					
1	1125000	817424.96	45000	262575.04	196931.28		30000	35643.76	1782.19	8910.94	3564.38	21386.26
2	1125000	817424.96	45000	262575.04	196931.28		30000	35643.76	1782.19	8910.94	3564.38	21386.26
3	1125000	817424.96	45000	262575.04	196931.28		30000	35643.76	1782.19	8910.94	3564.38	21386.26
4	1125000	817424.96	45000	262575.04	196931.28		30000	35643.76	1782.19	8910.94	3564.38	21386.26
5	1125000	817424.96	45000	262575.04	196931.28		30000	35643.76	1782.19	8910.94	3564.38	21386.26
6	1125000	817424.96	45000	262575.04	196931.28		30000	35643.76	1782.19	8910.94	3564.38	21386.26
7	1125000	817424.96	45000	262575.04	196931.28		30000	35643.76	1782.19	8910.94	3564.38	21386.26
8	1125000	817424.96	45000	262575.04	153006.04		30000	79569.00	3978.45	19892.25	7956.90	47741.40
9	1125000	817424.96	45000	262575.04			30000	232575.04	11628.75	58143.76	23257.50	139545.02
10	1125000	817424.96	45000	262575.04			30000	232575.04	11628.75	58143.76	23257.50	139545.02
11	1125000	817424.96	45000	262575.04			30000	232575.04	11628.75	58143.76	23257.50	139545.02
12	1125000	727145.27	45000	352854.73			30000	322854.73	16142.74	80713.68	32285.47	193712.84
13	1125000	682274.57	45000	397725.43			30000	367725.43	18386.27	91931.36	36772.54	220635.26
14	1125000	682274.57	45000	397725.43			30000	367725.43	18386.27	91931.36	36772.54	220635.26
15	1125000	682274.57	45000	397725.43			30000	367725.43	18386.27	91931.36	36772.54	220635.26
16	1125000	682274.57	45000	397725.43			30000	367725.43	18386.27	91931.36	36772.54	220635.26
17	1125000	682274.57	45000	397725.43			30000	367725.43	18386.27	91931.36	36772.54	220635.26
18	1125000	682274.57	45000	397725.43			30000	367725.43	18386.27	91931.36	36772.54	220635.26
19	1125000	682274.57	45000	397725.43			30000	367725.43	18386.27	91931.36	36772.54	220635.26
20	1125000	682274.57	45000	397725.43			30000	367725.43	18386.27	91931.36	36772.54	220635.26

Ek 11.**FONLARIN AKIŞI**

Yıl	Kullanılabilir Kar (YTL/Yıl)	Amortisman (YTL/Yıl)	Yatırım İndirimi (YTL/Yıl)	Fon (YTL/Yıl)	Yatırım Dön. Kredisi (YTL/Yıl)	Kalan Fon(YTL/Yıl)	Kümülatif Fon (YTL)
1	21386.26	135150.39	196931.28	353467.93	0	353467.93	353467.93
2	21386.26	135150.39	196931.28	353467.93	0	353467.93	706935.85
3	21386.26	135150.39	196931.28	353467.93	0	353467.93	1060403.78
4	21386.26	135150.39	196931.28	353467.93	0	353467.93	1413871.71
5	21386.26	135150.39	196931.28	353467.93	0	353467.93	1767339.63
6	21386.26	135150.39	196931.28	353467.93	0	353467.93	2120807.56
7	21386.26	135150.39	196931.28	353467.93	0	353467.93	2474275.49
8	47741.40	135150.39	153006.04	335897.83	0	335897.83	2810173.32
9	139545.02	135150.39	0	274695.41	0	274695.41	3084868.73
10	139545.02	135150.39	0	274695.41	0	274695.41	3359564.15
11	139545.02	135150.39	0	274695.41	0	274695.41	3634259.56
12	193712.84	44870.698	0	238583.54	0	238583.54	3872843.10
13	220635.26	0	0	220635.26	0	220635.26	4093478.36
14	220635.26	0	0	220635.26	0	220635.26	4314113.62
15	220635.26	0	0	220635.26	0	220635.26	4534748.87
16	220635.26	0	0	220635.26	0	220635.26	4755384.13
17	220635.26	0	0	220635.26	0	220635.26	4976019.39
18	220635.26	0	0	220635.26	0	220635.26	5196654.65
19	220635.26	0	0	220635.26	0	220635.26	5417289.91
20	220635.26	0	0	220635.26	0	220635.26	5637925.17

Ek 12.

VERGİ SONRASI KARA GÖRE İNDİRGENMİŞ PROJE GELİRLERİ

YIL	Kullanılabilir Kar (YTL/Yıl)	Amortisman (YTL/Yıl)	Yatırım İndirimi (YTL/Yıl)	Kredi Faizleri (YTL/Yıl)		TOPLAM 3	İndirgeme Faktörü	İndirgenmiş Değer (YTL)	Kümülatif	
				Yatırım Dönemi	İşletme Sermayesi				İndirgenen Gider (YTL)	İndirgenen Gelir (YTL)
								—1531525	—1531525	
1	21386.26	135150.39	196931.3	0	30000	383467.93	1	383467.927		383467.927
2	21386.26	135150.39	196931.3	0	30000	383467.93	0.90909	348607.206		732075.132
3	21386.26	135150.39	196931.3	0	30000	383467.93	0.82645	316915.642		1048990.77
4	21386.26	135150.39	196931.3	0	30000	383467.93	0.75131	288105.129		1337095.9
5	21386.26	135150.39	196931.3	0	30000	383467.93	0.68301	261913.754		1599009.66
6	21386.26	135150.39	196931.3	0	30000	383467.93	0.62092	238103.412		1837113.07
7	21386.26	135150.39	196931.3	0	30000	383467.93	0.56447	216457.648		2053570.72
8	47741.40	135150.39	153006	0	30000	365897.83	0.51316	187763.443		2241334.16
9	139545.02	135150.39	0	0	30000	304695.41	0.46651	142142.66		2383476.82
10	139545.02	135150.39	0	0	30000	304695.41	0.4241	129220.60		2512697.42
11	139545.02	135150.39	0	0	30000	304695.41	0.38554	117473.272		2630170.69
12	193712.84	44870.698	0	0	30000	268583.54	0.35049	94136.8913		2724307.58
13	220635.26	0	0	0	30000	250635.26	0.31863	79860.1173		2804167.70
14	220635.26	0	0	0	30000	250635.26	0.28966	72600.1066		2876767.81
15	220635.26	0	0	0	30000	250635.26	0.26333	66000.0969		2942767.9
16	220635.26	0	0	0	30000	250635.26	0.23939	60000.0881		3002767.99
17	220635.26	0	0	0	30000	250635.26	0.21763	54545.5347		3057313.53
18	220635.26	0	0	0	30000	250635.26	0.19784	49586.8497		3106900.38
19	220635.26	0	0	0	30000	250635.26	0.17986	45078.9543		3151979.33
20	220635.26	0	0	0	30000	250635.26	0.16351	40980.8675		3192960.20
YATIRIM DÖNEMİ FAİZLERİ						0	0	0	0	
İŞLETME SERMAYESİ						—300000	1	—300000	—1831525	
İŞLETME SERMYESİ						300000	0.16351	49052.3972		3242012.59
HURDA DEĞERİ						133950	0.16351	21901.8954		3263914.49
NET BUGÜNKÜ DEĞER:						1432389.49				

Ek 13.

VERGİ ÖNCESİ KARA GÖRE İNDİRGENMİŞ PROJE GELİRLERİ

YIL	Proje Karı	Amortisman	TOPLAM 4	İndirgeme Faktörü	İndirgenmiş Değer	Kümülatif	
						İndirgenen Gider	İndirgenen Gelir
						—1531525	
1	262575	135150.39	397725.43	1	397725.4		397725.43
2	262575	135150.39	397725.43	0.90909	361568.6		759294.004
3	262575	135150.39	397725.43	0.82645	328698.7		1087992.71
4	262575	135150.39	397725.43	0.75131	298817		1386809.71
5	262575	135150.39	397725.43	0.68301	271651.8		1658461.53
6	262575	135150.39	397725.43	0.62092	246956.2		1905417.73
7	262575	135150.39	397725.43	0.56447	224505.6		2129923.37
8	262575	135150.39	397725.43	0.51316	204096		2334019.4
9	262575	135150.39	397725.43	0.46651	185541.8		2519561.25
10	262575	135150.39	397725.43	0.4241	168674.4		2688235.66
11	262575	135150.39	397725.43	0.38554	153340.4		2841576.03
12	352854.7	44870.698	397725.43	0.35049	139400.3		2980976.36
13	397725.4	0	397725.43	0.31863	126727.6		3107703.94
14	397725.4	0	397725.43	0.28966	115206.9		3222910.83
15	397725.4	0	397725.43	0.26333	104733.5		3327644.37
16	397725.4	0	397725.43	0.23939	95212.31		3422856.68
17	397725.4	0	397725.43	0.21763	86556.64		3509413.32
18	397725.4	0	397725.43	0.19784	78687.86		3588101.17
19	397725.4	0	397725.43	0.17986	71534.41		3659635.59
20	397725.4	0	397725.43	0.16351	65031.29		3724666.87
YATIRIM DÖNEMİ FAİZLERİ			0	0	0	0	
İŞLETME SERMAYESİ			—300000	1	—300000	—1831525	
İŞLETME SERMYESİ			300000	0.16351	49052.4		3773719.27
HURDA DEĞERİ			133950	0.16351	21901.9		3795621.17
NET BUGÜNKÜ DEĞER:			1964096.17				

Ek 14.**VERGİ SONRASI KARA GÖRE İÇ KARLILIK ORANI**

YIL	TOPLAM 3	İndirgeme Faktörü	İndirgenmiş Değer	Kümülatif	
				İndirgenen Gider —1531525	İndirgenen Gelir
1	383467.93	1	383467.9		383467.927
2	383467.93	0.80175	307443.6		690911.511
3	383467.93	0.6428	246491.4		937402.941
4	383467.93	0.51536	197623.3		1135026.27
5	383467.93	0.41319	158443.6		1293469.84
6	383467.93	0.33127	127031.4		1420501.21
7	383467.93	0.26559	101846.8		1522348.01
8	365897.83	0.21294	77913.83		1600261.84
9	304695.41	0.17072	52018.41		1652280.25
10	304695.41	0.13688	41705.51		1693985.75
11	304695.41	0.10974	33437.19		1727422.95
12	268583.54	0.08798	23630.87		1751053.82
13	250635.26	0.07054	17679.86		1768733.68
14	250635.26	0.05656	14174.74		1782908.42
15	250635.26	0.04534	11364.53		1794272.95
16	250635.26	0.03635	9111.461		1803384.42
17	250635.26	0.02915	7305.07		1810689.49
18	250635.26	0.02337	5856.805		1816546.29
19	250635.26	0.01874	4695.666		1821241.96
20	250635.26	0.01502	3764.728		1825006.68
YTF	0	0	0		
İ.Ş	—300000	1	—300000	—1831525	
İ.Ş.	300000	0.01502	4506.223		1829512.91
H.D	133950	0.01502	2012.028		1831524.94

NET BUGÜNKÜ DEĞER: —0.0643

İÇ KARLILIK ORANI (%): 24.7279

Ek 15.**VERGİ ÖNCESİ KARA GÖRE İÇ KARLILIK ORANI**

YIL	TOPLAM 4	İndirgeme Faktörü	İndirgenmiş Değer	Kümülatif	
				İndirgenen Gider —1531525	İndirgenen Gelir
1	397725.4304	1	397725.4		397725.4304
2	397725.4304	0.78401	311822.4		709547.7878
3	397725.4304	0.61468	244473.1		954020.922
4	397725.4304	0.48192	191670.4		1145691.314
5	397725.4304	0.37783	150272.3		1295963.609
6	397725.4304	0.29622	117815.6		1413779.212
7	397725.4304	0.23224	92369.1		1506148.309
8	397725.4304	0.18208	72418.68		1578566.987
9	397725.4304	0.14275	56777.27		1635344.253
10	397725.4304	0.11192	44514.18		1679858.432
11	397725.4304	0.08775	34899.75		1714758.178
12	397725.4304	0.0688	27361.89		1742120.071
13	397725.4304	0.05394	21452.11		1763572.183
14	397725.4304	0.04229	16818.76		1780390.941
15	397725.4304	0.03315	13186.14		1793577.085
16	397725.4304	0.02599	10338.12		1803915.208
17	397725.4304	0.02038	8105.235		1812020.443
18	397725.4304	0.01598	6354.619		1818375.062
19	397725.4304	0.01253	4982.111		1823357.173
20	397725.4304	0.00982	3906.045		1827263.218
YTF	0	0	0		
İ.Ş	—300000	1	—300000	—1831525	
İ.Ş	300000	0.00982	2946.288		1830209.506
H.D	133950	0.00982	1315.517		1831525.023

NET BUGÜNKÜ DEĞER: 0.023064

İÇ KARLILIK ORANI (%): 27.54872

Ek 16.

EKONOMİK DEĞERLENDİRMELER

Projenin İstihdam Etkisi : 202147,5 YTL/Kişi

İşçi-Personel Sayısı : 10 Kişi
Toplam Yatırım Tutarı : 2021475 YTL

Projenin Yaratacağı Katma Değer:

YTL/Yıl
Net Katma Değer : 369375,04
Brüt Katma Değer : 504525,43
İşçilik-Personel Giderleri : 106800
Proje Karı : 262575,04
Amortismanlar : 135150,39

Başabaş Noktası Analizi

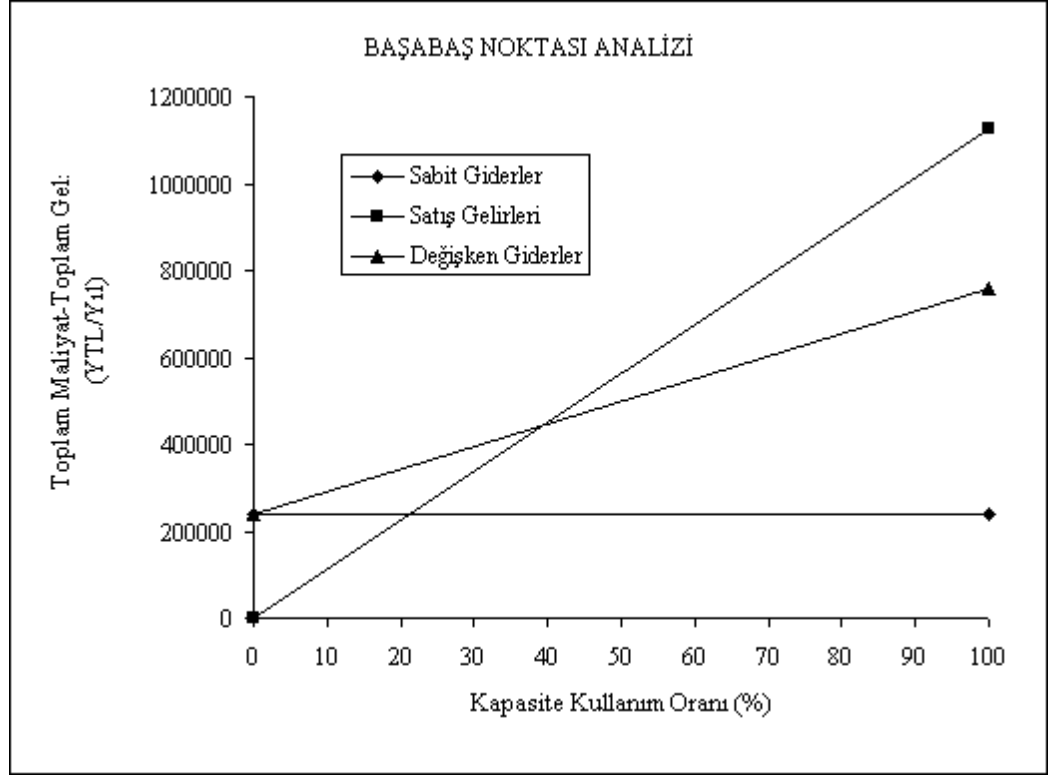
YTL/Yıl
Sabit Giderler : 239850,39
İdari personel : 35600
Amortismanlar : 135150,39
İşletme sermayesi faizi : 30000
Elektrik enerjisi (%5) : 7500
İletişim (%50) : 2500
Bakım onarım-yedek parça (%30) : 6600
Akaryakıt (%10) : 19000
Isıtma (%70) : 3500

Değişken Giderler : 519700
İşçilik : 106800
Elektrik (%95) : 142500
Ulaşım : 10000
Yemek : 70000
İletişim (%50) : 2500
Bakım-onarım yedek parça (%70) : 15400
Akaryakıt (%90) : 171000
Isıtma (%30) : 1500

Satış Gelirleri : 1125000
Satış fiyatı : 4,5 YTL/Ton
Üretim miktarı : 250000 Ton/Yıl

BAŞABAŞ NOKTASI (Kapasite Kullanım Oranı) : % 39.63

Ek 17.



Ek 18.

ÜRETİM VE TASARIMA YÖNELİK BETON KARIŞIM RAPORU (C 16/20)

Karışım Malzemeleri	1 m³	Düzeltilmiş	Dm³	Hacim	Slump Tahmini	23	Hava sıcaklığı	9°		
Çimento	265	265	6095	85	0 dakika	23	Beton sıcaklığı	11°		
1 no Kırma 0-4 kg	521	522	12010	197	15 dakika		Birim ağırlığı	7877		
2 no dere 0-8 kg	493	497	11430	183	Toplam(cl)	0.0389	Çimento cinsi	Cem 2/A-LL42.5R		
3 no kırma 5-16 kg	253	253	5821	95	Fazla su miktarı	0	Malzeme	Ozmuş kırma (0 7 dere)		
4 no kırma 16-26 kg	546	546	12567	204	Su/çimento oranı	0.82	Kazanılan su	Kuyu suyu		
Su(lt)	217	211	4858	217	0 4 %'si	29	Malz. Top	1813		
Hava tahmini	2.1	2.1	2.1	2.1	0 8 %'si	27	Hava %	2.1		
Kimyasal katkı(lt)	1.86	1.86	42.67	1.7	8 16 %'si	14	Dyk. Çim. özg. ağır.	3.12		
Kimyasal katkı(lt)	0.00	0.00	0.00	0.00	16 32 %'si	30	0 4 özg. ağır.	2.65		
Kimyasal katkı(lt)	0.00	0.00	0.00	0.00	Malzeme % toplamı	100.0	0 8 özg. ağır	2.69		
Filler	35	35	805	15	Ölçülen birim ağırlık	18178	8 16 özg. ağır	2.66		
Toplam	2334	2334	53654	1000	1 m3 birim ağırlık	2272	16 32 özg. ağır	2.68		
1. Kimyasal(%)	0.7	Katkı kimyasal 1. özg.		1.121	Nem oranı 0 4	0.0020	Su emme 0 4	1.2	Filler özg. ağır.	2.33
2.Kimyasal(%)	0	Katkı kimyasal 2. özg.		0	Nem oranı 0 7	0.0081	Su emme 0 7	1.6	Su. özg. ağır.	0.9998
3.kimyasal(%)	0	Katkı kimyasal 3.özg.		0	Nem oranı 7 16	0.0012	Su emme 7 16	1.1	Katkı özg. ağır.	1.121
Kıvam sınıfı	S3 100<160 mm				Nem oranı 16 32	0.0008	Su emme 16 32	0.6	Teorik özg. ağır.	1.86
D max	D3 26mm									

ÖZGEÇMİŞ

Gökhan Erol 1980 yılında Sivas'ta doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Sivas'ta tamamladı. 1999 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümünde başladığı lisans eğitimini 2005 yılında Maden Mühendisi olarak tamamladı. 2005 – 2006 güz yarısında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Maden İşletme Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başlayan Erol, evli ve 1 çocuk babasıdır.