

65556

MERMER İŞLEME TESİSLERİNİN TEKNİK VE
EKONOMİK OPTİMİZASYONU

Dokuz Eylül Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Maden Mühendisliği Bölümü, Maden İşletme Anabilim Dalı

Zeki KARACA

Ekim, 1997

İZMİR

TEZ SINAV SONUÇ FORMU

Bu tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



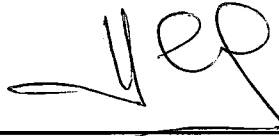
Yrd. Doç. Dr. Turgay Onargan
(Yönetici)



Prof. Dr. Halil Köse
(Jüri Üyesi)



Prof. Dr. Faruk Çalapkulu
(Jüri Üyesi)



Prof. Dr. Cahit Helvacı
Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu projenin hazırlanması sırasında ve öncesinde yaptığı yönlendirmeler ile yeni bilgi birikimlerine ulaşmamda büyük emeği bulunan danışmanım ve Maden Mühendisliği Öğretim üyelerinden *Sayın, Yrd. Doç. Dr. Turgay ONARGAN' a* teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Araş. Gör. Zeki KARACA

ÖZET

Tüm sektörlerde olduğu gibi mermer işleme tesislerinde de optimum verimlilik, karlılık, kaliteli üretim ve rekabet esastır. Mermer fabrikalarının bu hedeflerine ulaşmasındaki en önemli etmenlerin başında tesisin bulunduğu yer, tesisin boyutları, makina-ekipmanların sahip olduğu özellikler ve üretim hattının yapısı gelmektedir.

Çeşitli mermer fabrikalarında yapılan incelemelerde üretim hattı dizaynlarının ve fabrika akım şemalarının kaliteli ve ekonomik bir üretimde en önemli rolü üstlendiği tesbit edilmiştir. Bu nedenle proje çalışmasında temel konuları, efektif akım şemalarının belirlenmesi ve sistemde kullanılacak makinaların teknik özelliklerinin tesbiti oluşturmaktadır.

Yapılan çalışmada ayrıca, fabrika yerinin seçiminde etkili olan hammadde kaynaklarının durumu, ulaşım kolaylığı, yerleşim birimlerine olan mesafe, iklim koşulları, tesisin kurulacağı arsanın jeoteknik özellikleri, TEDAŞ' ın izin verdiği ulusal elektrik noktası, su ve suyun temin şekli ile sermaye durumunun her biri ayrı olarak ele alınmıştır. Mermer işleme tesislerinin karlılığında ve teknik olarak rekabet edebilirliklerinde bu faktörlerin yanısıra tesisin bulunduğu arazinin yeterliliği, pazarın talep şekli, hammadde kaynakları ve ekonomikliğinin de etkili olduğu görülmüştür. Özellikle mermer fabrikaları için büyük sorun teşkil eden ve kaliteli üretim için önemli olan temiz suyun temin şekline geniş olarak yer verilmiştir. Çevre açısından son yıllarda gündeme gelen mermer atıklarına da bu aşamada değinilmiştir.

Mermer fabrikalarında kullanılan tüm makina ve ekipmanların her biri uygulamada karşılaşılan avantaj ve dezavantajlarıyla değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede üretimde temel makinalar ile bu makinalara yardımcı ve üretimi doğrudan etkileyen diğer ekipman ve sistemler beraber ele alınmıştır. Bunun sonucunda fabrikalarda teknik ve ekonomik

açıdan en verimli olabilecek su, elektrik ve basınçlı hava sistemleri ve koşulları önerilmiştir.

Proje içerisinde üretim hatlarını oluşturan makinaların bilinen tüm tiplerinin teknik karakteristikleri incelenmiştir. Yerinde yapılan bu konudaki araştırmalar sonucunda makina ve tipleri ile hammadde ve pazar koşullarına bağlı olarak kullanım durumları, fabrika içi yerleri ve sayıları arasındaki ilişki tesbit edilmiştir. Bu bölümde makina modellerinin ve üretimdeki konumlarının kaliteli ve ekonomik üretime olan etkileri sonuçlarıyla beraber tartışılmıştır.

Yukarıda belirtilen konular değerlendirildikten sonra üç ayrı fabrika planı üzerinde çalışılmıştır. Örnek modellerin her biri öncelikle teknik açıdan ele alınmış, içlerinden en uygun fabrika modeli nedenleriyle beraber ortaya konmuştur. Benzer koşullar altında önerilen modelin teknik, ekonomik ve kaliteli üretim açısından uygulanabilir bir planlama olduğu yapılan numerik analizlerle de desteklenmiştir.

ABSTRACT

Optimum productivity, profitability, high-quality production and rivalry is essential in marble process facilities like the whole sectors. The most important factors affecting the attainment to these targets of marble factories are the place of the facility, the dimensions of the facility, the specialities of machine-equipment of the facility and the structure of the production line.

In the investigations made in various marble factories it is discovered that production line design and factory current outlines have the most important roles in a high-quality and economic production. For this reason, the basic subjects in the project work consist of determining the effective current outlines and establishing the technic specialities of the machines which will be used in the system.

Moreover, the position of raw material sources which is effective in the choice of factory site, transportation convenience, distance to the settlements, climate conditions, the geotechnic characteristics of the building site of the factory, the national electricity point which TEDAŞ permit, water and the way of water supply and capital position was taken up in this work separately. Besides of these factors in the profitability and being able to rival of the marble process facilities, the adequacy of the factory site, the way demand of the market, raw material sources and their economicality was seen effective. Especially the way of clean water supply which is a great problem for the marble factories and important for a good quality production was widely studied. Marble wastes which is pointed out from the environmental view in last years was mentioned in this stage.

All machines and equipment used in marble factories were discussed with their advantages and disadvantages. In this discussion, basic machines in production and other equipment and systems helping the basic machines and affecting the production directly

were taken up together. In result, water, electricity and air pressure systems and conditions which can be the most productive from the technic and economic point of view in the factories were suggested.

Technic characteristics of all known types of the machines forming the production lines in the project were investigated. In the result of these investigations made in its place about this issue machines and types of them and the using conditions related to the raw materials and market conditions and the numbers were determined. In this stage, the effects to a good-quality and economic production of machine models and their positions in the production were discussed with their results.

After the appreciation of the subjects above, three different factory plans were studied on. Each exemplar models were taken up first of all technically, the most appropriate factory model amongst them was brought ut with its reasons. The numerical analysis made under alike conditions also supported the suggested model is a practical plan technically, economically and from the good-quality point of view.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İçindekiler	VII
Şekil Listesi	XIII
Tablo Listesi	XII

Bölüm. I

MERMER İŞLEME TESİSLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

1. 1 Mermer Atölye İşletmeciliği	3
1. 2 Mermer Fabrika İşletmeciliği	5
1. 2. 1 Mermer Fabrika Yeri Seçiminde Etkin Olan Temel Faktörler	6
1. 2. 1. 1 Hammadde Kaynaklarına Uzaklık	7
1. 2. 1. 2 Pazara Uzaklık	8
1. 2. 1. 3 Ulaşım	9
1. 2. 1. 4 Yerleşim	10
1. 2. 1. 5 İklim	11
1. 2. 1. 6 Jeoteknik Özellikler	12
1. 2. 1. 7 Elektrik	12
1. 2. 1. 8 Su	12
1. 2. 1. 9 Sermaye	13

Bölüm. II
MERMER İŞLEME TESİSLERİNDE YER ALAN MAKİNA-EKİPMANLARIN
TEKNİK KAREKTERİSTİKLERİNİN İNCELENMESİ VE
SINIFLANDIRILMASI

2. 1 Fayans Hattı Makinaları	15
2. 1. 1 S/T Makinaları	15
2. 1. 1. 1 Tek Ayaklı S/Tler	16
2. 1. 1. 2 İki Ayaklı S/Tler	17
2. 1. 1. 3 Dört Ayaklı S/Tler	18
2. 1. 2 Baş (Kafa) Kesme	20
2. 1. 3 Yarma	21
2. 1. 4 Kalibratörler	22
2. 1. 5 Polisaj (Cila)	23
2. 1. 6 Ebatlama (Çoklu Kesme)	25
2. 1. 7 Yan Kalibre + Kenar Pah + Kanal Açma	26
2. 1. 8 Kurutma	28
2. 1. 9 Mumlama	28
2. 1. 10 Kalite Kontrol Masası	29
2. 2 Plaka Hattı Makinaları	29
2. 2. 1 Katraklar	30
2. 2. 1. 1 Kumlu Katraklar	30
2. 2. 1. 2 Elmas Soketli Katraklar	31
2. 2. 1. 2. 1 Kollu Katraklar	32
2. 2. 1. 2. 2 Araba Hareketli Katraklar	34
2. 2. 2 Köprü Kesme	36
2. 2. 3 Geniş Bant Cila (Plaka Silim)	38

Bölüm. III

MERMER İŞLEME TESİSLERİNDE KULLANILAN DİĞER EKİPMAN VE SİSTEMLER

3. 1 Enerji Sistemleri	41
3. 2 Basınçlı Hava Şebekeleri	43
3. 2. 1 Pistonlu Kompresörler	43
3. 2. 2 Vidalı Kompresörler	45
3. 2. 3 Basınçlı Hava Sistemlerinde Dikkat Edilmesi Gereken Konular	46
3. 3 Su Kaynakları ve Sistemleri	47
3. 3. 1 Ardışık Havuzlar Yöntemi	49
3. 3. 2 Sedimentasyon (Flokülasyon) Yöntemi	50
3. 3. 3 Hidrosiklonlarla Ayırma-Sınıflandırma Yöntemi	52
3. 3. 4 Su Kaynakları ve Sistemlerinin Ekonomik Olarak Karşılaştırılması	54
3. 4 Nakliye Sistemleri	55

Bölüm. IV

PRATİKTE MERMER İŞLEME TESİSLERİNDE KARŞILAŞILAN FABRİKA MODELLERİNİN TEKNİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

4. 1 Grub Modeller Hakkında Genel Bilgiler	59
4. 1. 1 Grub Modellere Örnek, Model. A' yı Oluşturan Temel Kriterler ve Düşünce Tarzı	61
4. 1. 2 Model. A' nın Teknik Değerlendirilmesi	61
4. 2 Katrak Bölümü Ayrı Modeller Hakkında Genel Bilgiler	65
4. 2. 1 Katrak Bölümü Ayrı Modellere Örnek, Model. B' yi Oluşturan Temel Kriterler ve Düşünce Tarzı	65
4. 2. 2 Model. B' nin Teknik Değerlendirilmesi	67

4. 3 Kompleks Modeller Hakkında Genel Bilgiler	69
4. 3. 1 Kompleks Modellere Örnek, Model. C' yi Oluşturan Temel	
Kriterler ve Düşünce Tarzı	70
4. 3. 2 Model. C' nin Teknik Değerlendirilmesi	72

Bölüm. V

MERMER İŞLEME TESİSLERİNE YÖNELİK EKONOMİK VE TEKNİK ÖNERİLER

5. 1 Fiziki Faktörler	77
5. 2 Ekonomik Faktörler	80
5. 3 Teknik Faktörler	81
5. 4 Örnek Mermer İşleme Tesisinin Planlaması	81

Bölüm. VI

İNCELENEN MODELLERİN ZAMAN VE EKONOMİK ANALİZLERİ

6. 1 İncelenen Modellerin Kritik Yörüngelerinin (CPM) Tesbiti	88
6. 1. 1 Model. A' nın Zaman Etüdü	89
6. 1. 2 Model. B' nin Zaman Etüdü	91
6. 1. 3 Model. C' nin Zaman Etüdü	93
6. 1. 4 Model. D' nin Zaman Etüdü	95
6. 2 İncelenen Modellere Ait Kritik Yörüngelerin (CPM) Değerlendirilmesi	97
6. 3 İncelenen Modellerin Ekonomik Analizleri	98

6. 3. 1 Arsa ve Bina Maliyetleri	98
6. 3. 2 Makina Maliyetleri	99
6. 3. 3 Makinaların Elektrik Tüketimleri	100
6. 3. 4 İşçilik Maliyetleri	101
6. 3. 5 Üretim kapasiteleri	102
6. 4 Gelir-Gider Tabloları	103
6. 4. 1 Model. A Yatırım ve Gelir-Gider Tabloları	104
6. 4. 2 Model. B Yatırım ve Gelir-Gider Tabloları	105
6. 4. 3 Model. C Yatırım ve Gelir-Gider Tabloları	106
6. 4. 4 Model. D Yatırım ve Gelir-Gider Tabloları	107
6. 5 İncelenen Modellere Ait Ekonomik Analizlerin Değerlendirilmesi	108
SONUÇ	109
KAYNAKLAR	112

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3. 1 Mermer tesis atık sularındaki partiküllerin boyut dağılımı	48
Tablo 3. 2 Arıtma sistemlerinin ekonomik olarak karşılaştırılması	55
Tablo 6. 1 Model. A faaliyet tablosu	89
Tablo 6. 2 Model. B faaliyet tablosu	91
Tablo 6. 3 Model. C faaliyet tablosu	93
Tablo 6. 4 Model. D faaliyet tablosu	95
Tablo 6. 5 Fayans ve plaka üretim süresi	97
Tablo 6. 6 İnşaat maliyetleri	99
Tablo 6. 7 Makina maliyetleri	99
Tablo 6. 8 İncelenen modellerin makina parkı maliyetleri	100
Tablo 6. 9 Elektrik tüketimleri	100
Tablo 6. 10 İncelenen modellerin elektrik maliyetleri	101
Tablo 6. 11 Personel giderleri	101
Tablo 6. 12 İşçilik maliyetleri	101
Tablo 6. 13 Üretim kapasiteleri	102
Tablo 6. 14 Model. A ilk yatırım giderleri	104
Tablo 6. 15 Model. A gelir-gider tablosu	104
Tablo 6. 16 Model. B ilk yatırım giderleri	105
Tablo 6. 17 Model. B gelir-gider tablosu	105
Tablo 6. 18 Model. C ilk yatırım giderleri	106
Tablo 6. 19 Model. C gelir-gider tablosu	106
Tablo 6. 20 Model. D ilk yatırım giderleri	107
Tablo 6. 21 Model. D gelir-gider tablosu	107

ŞEKİL LİSTESİ

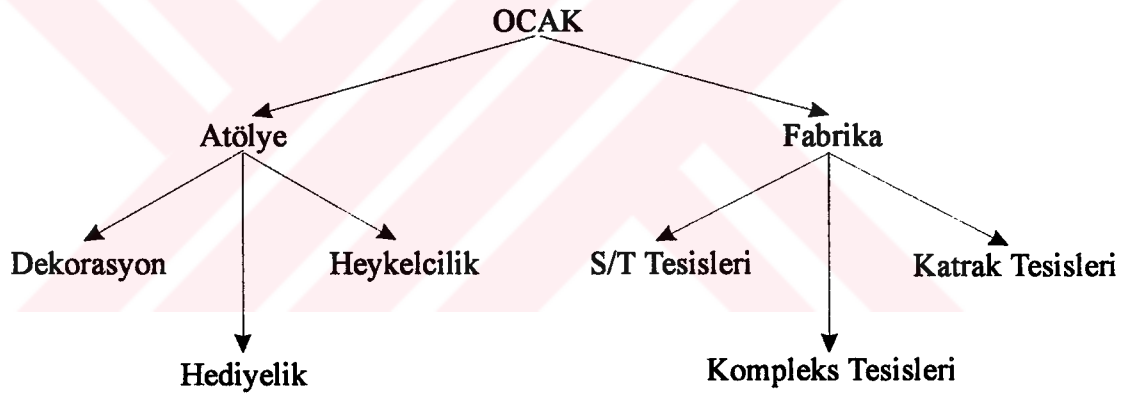
	Sayfa
Şekil 1. 1 Mermer Üretim Akım Şeması	3
Şekil 2. 1 Son Yıllarda SIMEC Tarafından Geliştirilen İki Ayaklı S/T	18
Şekil 2. 2 Dört Ayaklı S/T	19
Şekil 2. 3 Baş Kesme	20
Şekil 2. 4 Yatay Yarma	21
Şekil 2. 5 3+12 Kafalı Cila Ünitesi	24
Şekil 2. 6 Ebatlama	25
Şekil 2. 7 Yan Kalibra+Kenar Pah+Kanal Açma Makinası	27
Şekil 2. 8 Kasasız Kollu Katrak	33
Şekil 2. 9 Kasalı Kollu Katrak	33
Şekil 2. 10 Araba Hareketli Katrak	35
Şekil 2. 11 kesim İşlemini Tamamlamış ve Arabası İnen Katrak	35
Şekil 2. 12 Bıçak Hareketli Köprü Kesme Makinası	37
Şekil 2. 13 Geniş Bant Cila Makinası	39
Şekil 3. 1 Pistonlu Kompresör	44
Şekil 3. 2 Vidalı Kompresörlerin Çalışma Prensipleri	45
Şekil 3. 3 Vidalı Kompresör Profilleri	46
Şekil 3. 4 DEÜ Torbalı Meslek Yüksekokulu Uygulama Mermer Fabrikası Çöktürme Havuzları	50
Şekil 3. 5 Şlam Çökme Zonları	51
Şekil 3. 6 Sedimentasyon Sistemi İle Atık Su Arıtma Yöntemi	52
Şekil 3. 7 Hidrosiklon İle Arıtma Sisteminin Akış Şeması	54
Şekil 3. 8 Forklift	57

Şekil 4. 1 Model. A	60
Şekil 4. 2 Model. B	66
Şekil 4. 3 Model. C	71
Şekil 5. 1 Model. D	82
Şekil 5. 2 Model. D Fabrika İçi Akım Şeması	87
Şekil 6. 1 Model. A	89
Şekil 6. 2 Model. A Kritik Yörünge Diyagramı	90
Şekil 6. 3 Model. B	91
Şekil 6. 4 Model. B Kritik Yörünge Diyagramı	92
Şekil 6. 5 Model. C	93
Şekil 6. 6 Model. C Kritik Yörünge Diyagramı	94
Şekil 6. 7 Model. D	95
Şekil 6. 8 Model. D Kritik Yörünge Diyagramı	96
Şekil 6. 9 Model. A Net Karın Genel Yatırımları Karşılama Süresi	104
Şekil 6. 10 Model. B Net Karın Genel Yatırımları Karşılama Süresi	105
Şekil 6. 11 Model. C Net Karın Genel Yatırımları Karşılama Süresi	106
Şekil 6. 12 Model. D Net Karın Genel Yatırımları Karşılama Süresi	107
Şekil 7. 1 Birim Fayans İmalat Süreleri	110
Şekil 7. 2 Birim Plaka İmalat Süreleri	110
Şekil 7. 3 Birim Üretim İçin Gerekli Yatırım	110
Şekil 7. 4 Kurulu Kapasiteler	110

BÖLÜM. I

MERMER İŞLEME TESİSLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Mermer ocaklarında üretilen bloklar, kullanım amaçlarına göre ilgili mermer işleme tesislerine gönderilir. Bu tesisler temelde yaptıkları işler, kapasiteleri ve sahip oldukları makina parkının kullanım özellikleri göz önüne alınarak atölye ve fabrikalar olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Atölyeler ve fabrikalar da işlevlerine ve makina içeriklerine göre alt grublara ayrılır.



Şekil 1. 1 Mermer Üretim Akım Şeması

1. 1 Mermer Atölye İşletmeciliği

Kuruluş amaçlarına göre mermer atölyeleri blok, plaka ya da strip ile ocak ve fabrika artıklarını kullanırlar. Çoğu atölye başta mutfak bankolukları olmak üzere, inşaat işlerinde kullanılacak malzemeler için fabrikalardan plaka ya da stripler alarak işler. Fabrika artıklarından biblo, vazo gibi süs malzemeleri yapan atölyelerin yanında artık, moloz ve blok gibi malzemelerden heykel gibi sanatsal çalışmalar yapan atölyeler de bulunmaktadır.

Mermer ürünlerini işleyen bütün atölyelerde breyz (matkap) ve spiral (canavar) gibi makinaların yanında elmas keski, çekiç ve varyoz gibi el aletleri ile çimento, kimyasal yapıştırıcılar ve aşındırıcılar bulunur.

Mermer atölyeleri içerisinde büyük bir çoğunluğu oluşturan dekorasyon atölyeleri genellikle inşaat işleri ile uğraşır. Mutfak ve diğer kullanım alanları için bankolar, bunlar için eviye, eşik, denizlik, harpuçta ve şömineler ile yer döşemelerinin silim işlerini yaparlar. Bu atölyelerin çoğu yer döşemelerinin montajlarını da kendileri yapar. Bunların içerisinde torna makinasına sahip olanlar sütun, trabzan ve havuz işlerini yapabilmektedir. Ayrıca masa ve sehpa gibi özel ürünler de genellikle bu atölyelerde yapılmaktadır.

Her dekorasyon atölyesinde klasik silim (lap lap) ve yan kesme makinaları bulunur.

Mermer hediyelik eşya atölyelerinde, gerek ocak gerekse fabrika artıklarından vazo, küllük, biblo, küçük heykelcikler, diğer süs ve hediyelik eşyalar yapılır. Küçük çaplı torna ve bu tornalardan çıkan ürünleri cila yapabilecek zımpara ve cila makinaları, pnömatik tabancalar, kompresörler ve gerekli el aletleri bu atölyelerin temel ekipmanlarındandır. Hediyelik eşya atölyeleri genellikle turizmin geliştiği bölgelerde yoğunlaşmıştır.

Ülkemizde yok denecek kadar az bulunan ve çoğunlukla mermer atölyelerinde ekstra iş olarak yapılan heykel ve benzeri çalışmalar ile havuz gibi sanatsal çalışmalar, özel amaçlı mermer atölyelerinde yapılmaktadır. Sanatsal çalışmalarda, mermer moloz ve bloklar ile fabrika kapak taşları kullanılır. Her türlü el aletleri ile dişçi frezeleri, pnömatik tabancalar ve kompresörler bu atölyelerin temel ekipmanlarıdır.

Son yıllarda dünya mermercilik sektörüne giren CNC tezgahları ve water-jet (sulu kesim) gibi makinalar ile alazlama, çekiçleme ve kumlama makinaları da hediyelik eşyaların yapımında ve sanatsal çalışmalarda kullanılmaktadır.

Ülkemizde yaygın olan ve her türlü işi yapan atölyeler mermer ürün kalitelerinin düşmesine, estetikten ve sanattan uzak ürünlerin üretimine neden olmakta; tüketici

arasında mermerin yanlış algılanmasına, bu yöndeki pazarın daralmasına ve güvensizliğe neden olmaktadır.

1. 2 Mermer Fabrika İşletmeciliği

Mermer ocaklarında üretilen mermer blokların işlendiği; kesilip parlatıldığı noktalar, mermer fabrikalarıdır. Mermer fabrikaları genel olarak benzer bir yapılanma gösterir. Sadece plaka ya da strip üreten fabrikalar da vardır. Büyük çaplı masa-sehpa üretimi yapan firmalar, katrak makinalarını kurup ihtiyaç duydukları plakaları kendileri üretirler. Tek yönlü üretim hattı kuran fabrikalarda üretim hatları ve kaliteleri daha kolay kontrol edilmektedir.

Mermer fabrikalarının kurulmasında ve planlanmasında üretim amacı, hedeflenen ürünün potansiyel pazar payı, sermaye, hammadde kaynağının verimi ve blok karakteristikleri ile blokların temin şekli (ocak, satın alma, fason) gibi temel kriterler rol oynar. Bu faktörler, fabrika kapasitesini ve üretim hatları ile bunlara ait makina parklarının seçiminde önemlidir.

Kurulması düşünülen bir mermer fabrikasının seri imalata geçtiğinde üreteceği ürün ve ürün çeşitlerine, dünya pazarlarında mermere olan ürün talep şekli ve tüketim miktarları araştırılıp her türlü ekonomik analizleri yapıldıktan sonra karar verilmelidir.

Fayans üretimi yapan firmalar en az iki S/T ve diğer fayans hattı makinalarını tesislerinde bulundurlar. Plaka üretimini hedefleyen firmalar ise en az bir katrak, köprü kesme ve geniş bant cila makinalarını kurmaktadır. Her iki üretimi düşünen firmalar, fabrikalarında bu iki gruba ait makinaları bulundurmak zorundadırlar. Böyle bir makina parkının planlanmasında ilgili firmanın kapital durumu önemlidir. Ancak gerekli sermayenin oluşturulmasında sadece makina parkının dikkate alınması, ilgili firmayı gelecekte ekonomik zorluklarla karşılaşmasına neden olabilir. Mermer firmalarının yurt içi ve yurt dışı pazarlarda kendini kabul ettirme ve isim yapma süreleri önemlidir. İşletmenin bu süre içerisinde işleyeceği mermerlerin, işleme ve oluşturulacak blok stoklarının maliyetleri ön plana çıkmaktadır. Bununla birlikte mermer pazarlarına giriş sürecinde

ihtiyaç duyulan finansmanın, tesisin kapasite büyüklüğü ve kompleksliği ile doğru orantılı olduğu unutulmamalıdır.

Mermer firmaları için, ocak varlığı en az sermaye kadar önemlidir. Fakat çoğu firma bu durumu gözardı edebilmektedirler. Mermer şirketleri, işleme tesislerini faaliyete geçirmeden önce ekonomik niteliklere sahip en az bir ocağı üretime almalıdırlar. İşletilecek mermer ocağı, söz konusu tesisi belli bir oranda besleyebilmelidir. Aksi durumda, günümüz ekonomik koşulları içerisinde toplama bloklar ya da fason üretim ile mermer işleme tesislerinin uzun ömürlü olması mümkün görülmektedir. Doğal olarak bu tür firmaların rekabet gücü sınırlı olmakta, üretimleri ekonomik ve teknik olarak başka firmaların kontrollerinde bulunmaktadır.

Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılacağı üzere bir mermer fabrikası kurulmadan önce diğer sektörlerde olduğu gibi, mutlaka iyi bir fizibilite çalışmasına gereksinim bulunmaktadır.

1. 2. 1 Mermer Fabrika Yeri Seçiminde Etkin Olan Temel Faktörler

Ön araştırmalar sonucu en ekonomik ve gerekli mermer üretim ve işleme şartlarını sağlayan bölgelerde mermer fabrikası kurulmalıdır. Mermercilik sektöründe yapılacak yanlışlıkların geri dönüşü genellikle yoktur. Bu durumda ilgili firmaların iflası ya da üretimlerini, gerekli teknik ve ekonomik şartların oluşumuna kadar durdurmaları söz konusu olabilmektedir.

Kuruluş yeri yanlış seçilmiş bir mermer fabrikasının en iyi şartlara sahip ikinci bir yere taşınması çok pahalı ve makinaların verimlerini olumsuz yönde etkileyen bir yoldur. Bunun içindir ki, mermer fabrikalarının iç planlaması yanında, üretim yerlerinin tesbitinde de yapılacak iyi bir fizibilitenin önemi büyüktür.

İşletme öncesi, mermer ocağının veya işleme tesislerinin fizibilitesi yapılır. Bir işletmenin fizibilitesi ekonomik, teknik ve pazar faktörleri değerlendirilerek hazırlanır.

Kısaca fizibilite; bir işletmenin üretimden elde edeceği kârın, işletmeye başlamadan önce değerlendirilmesi ve teknik özelliklerin kritize edilmesidir.

Fizibilite çalışmaları sırasında temelde ekonomik analizler ve buna etki eden faktörler araştırılır. Bu faktörler ise genel olarak;

- Hammadde kaynaklarına uzaklık
- Pazara uzaklık
- Ulaşım
- Yerleşim
- İklim
- Jeoteknik özellikler
- Elektrik
- Su
- Sermaye

Fizibilite çalışmalarında uygun hedefler saptandıktan sonra, pazar araştırması ve talep analizi yapılır; potansiyel alıcılar ve gelecekteki talep düzeyi belirlenir. Alt yapı, yerleşim ve gelişim yerleri, iş gücü potansiyeli ile hammadde kaynakları, teknolojik ve ekonomik analizler yapılır. Daha sonra üretimi sağlayacak makina ve yardımcı ekipmanlar değerlendirilir. En son olarak işletmenin ülke ekonomisine sağlayacağı katma değer ve diğer faydalar belirlenir.

1. 2. 1. 1 Hammadde Kaynaklarına Uzaklık

Mermer işleme tesislerinin faaliyette bulunacağı bölgelerin seçiminde hammadde kaynaklarına olan uzaklık önemlidir. Başta petrol fiyatları olmak üzere diğer ulaştırma giderleri ve bunlara bağlı olarak nakliye hizmetlerindeki maliyet artışları, blok taşıma maliyetlerine, dolayısıyla da mermer ürünleri birim maliyetlerine önemli ölçüde etkilemektedir.

Blok taşıma maliyeti

$$M = F \times Q \quad \text{şeklinde hesaplanabilir.}$$

Burada;

M : Nakliye ücreti, TL

F : Blok ağırlığı, ton

Q : Bir ton taşıma için ödenen ve kilometreye göre değişen birim taşıma ücreti, TL/ton

1 m³ mermer bloğunun kesim sonrası tonajları, blok şekli ile kesim ve işleme makinalarına bağlı olarak ortalama % 30-70 arasında azalmaktadır. Bu değer aynı oranda mamül ürün nakliye maliyetlerine yansıtılmaktadır. Bu nedenle hammadde kaynağına yakın bölgelerde kurulan fabrikaların birim maliyetleri ve buna bağlı olarak rekabet edebilir satış fiyatları daha reel değerler olmaktadır.

Ocak ile fabrika arasındaki mesafenin azalması, teknik olarak ulaşım problemlerini de azaltmaktadır. Kaza riski başta olmak üzere program dışı üretimler için gerekli olan blok temininde karşılaşılan sıkıntılar, mesafeyle doğru orantılı olarak azalmaktadır.

1. 2. 1. 2 Pazara Uzaklık

Mermer fabrikasının geniş hacimli pazarlara olan uzaklığı, ürünlerin tanıtımı ve özel ürünlerin siparişleri nedeniyle önemlidir. Mermer işleme tesislerine uzak ve bağlı satış noktalarının bulunmadığı bölgelerde bulunan tüketiciler, seçiciliklerini yeterince yapamazlar. Bunun sonucunda tüketici, mermere alternatif farklı malzemelerin kullanımına gitmektedir. Ürünlerin müşteriye yeterince yakın olmaması, tüketici üzerinde gerekli psikolojik baskının sağlanmasını da engellemektedir.

Pazara olan mesafenin artması nakliye için problemler oluşturmaktadır. Özellikle iklim şartlarının ağır geçtiği bölgelerde yolların kapanması durumunda, mamül ürünün gerekli satış noktalarına ulaştırılması gerçekleştirilememekte ya da gecikmeli olarak yapılmaktadır.

1. 2. 1. 3 Ulaşım

Mermer işleme tesislerinin bulunduğu konum ve ulaşım imkanları, gerek hammadde temininde gerekse ürünün pazarlanması ve müşteriyle olan bağlantının hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi açısından önemlidir.

Ülkemizde mermer bloklarının fabrikalara taşınması işlemi, Marmara Adası dışında tamamına yakın bölümü karayolları ile yapılmaktadır. Mermer ocaklarının büyük bir çoğunluğu devlet karayollarından uzak mesafelerde işletilmektedir. Ocaklar ile bu yollar arasındaki bağlantıyı sağlamak için ocak sahipleri tarafından teknik planlama yapılmadan açılan yolların sağlıksız olması ya da var olan köy ve orman yollarının bakımsız olmaları, çok sık viraj içermeleri ve uçurumlara karşı korumasız olmaları taşıma maliyetlerini arttırmaktadır. Mermer ocağı ve fabrikası arasındaki benzer şekildeki yolların uzaması ve/veya tehlike arz etmesi, taşıyıcılar tarafından özel fiyat uygulanmasına ve birim maliyetlerin artmasına neden olmaktadır.

Mermer fabrikasının karayolları ile olan ilişkisi yanında, hava ve demiryollarıyla olan ilişkisi de önemlidir. Mermer işleme tesislerinin havaalanları ile olan bağlantı kolaylığı ve mesafesi, özellikle yurt dışı müşteriler için önemlidir. Bununla birlikte firma yetkililerinin dış dünya ile ihtiyaç duydukları her türlü bağlantı ve iş seyahatleri, daha kolay ve hızlı bir şekilde sağlabilmektedir.

Türkiye mermer blok ihracatının tamamına yakını, işlenmiş mermer ihracatının da yaklaşık % 90' lık bölümü deniz yoluyla yapılmaktadır. Limanlara yakın bölgelerde bulunan fabrikalar, ihracat ürünlerini daha kolay kontrol edebilmekte; buralarda sıklıkla karşılaşılan yükleme sorunlarını en alt düzeyde yaşamaktadırlar.

1. 2. 1. 4 Yerleşim

Mermer fabrikasının kurulacağı yer, teknik altyapı özelliklerinin yanısıra sosyo-ekonomik açısından da önem taşımaktadır. Fabrikalar mümkün olduğunca yerleşim

birimlerine yakın yerlerde kurulmalıdır. Yerleşim bölgelerinden uzak alanlarda kurulmuş fabrikalar;

- Potansiyel pazar kaybı,
- Fabrika için gerekli olan malzeme, yakıt, yiyecek ve benzeri her türlü ihtiyacın temini,
- Kaza, hastalık halinde sağlık kuruluşlarına ulaşım,
- Personelin kişisel gereksinimlerinin karşılanması,

gibi bir takım güçlüklerle karşı karşıyadır.

Ancak bu ihtiyaçların giderilmesi her yerleşim bölgesi için aynı olmamaktadır. Bu nedenle sosyal yaşantı ve kişisel temel gereksinimlere cevap verme ölçüsünde yerleşim birimlerinin, kalifiye eleman ve diğer çalışanlar için söz konusu olan cazibiyet dikkate alınmalıdır.

Mermer fabrikasının kuruluş yeri seçiminde, mermer işleme tesislerin yoğunlaştığı bölgeler tercih edilmelidir. Diğer sektörlerde olduğu gibi mermerciliğin ve mermer işleme tesislerinin yoğunlaştığı bölgeler, gizli borsa görünümündedirler. Afyon başta olmak üzere İstanbul, İzmir, Muğla ve Aydın gibi bölgeler daha kolay müşteri bulabilmektedir. Diğer bölgelere oranla bu yörelerde bulunan fabrikalar ihtiyaç duydukları her türlü malzeme, hammadde, teknik ve uzman kişileri daha kolay ve ucuz temin edebilmektedir. Bu bölgelerdeki mermer firmaları, devlete karşı olan bir takım sorumluluklarını daha kolay yerine getirebilmekte, bir takım isteklerinde daha kolay kabul görebilmektedir.

Politik açıdan mermer fabrikası kurulacak bölge, fizibilite çalışmaları sırasında çok iyi etüd edilmeli, bölgesel ve sektörel teşvikler incelenmelidir. Vergi indirimi ya da muafiyeti, enerji indirimi, ücretsiz ya da düşük ücretli arsa temini, alt yapı varlığı gibi mermer maliyetlerine ve kuruluş aşamasındaki firmaların sermaye gücünü doğrudan etkileyen kolaylıklar değerlendirilmeli; diğer olası kuruluş yerleri ile karşılaştırılmalıdır. Bu yöndeki bir takım avantajlar, özellikle Bilecik yöresinde (ocak faktörü de göz önünde tutularak) mermer işleme tesislerinin yoğunlaşmasına neden olmuştur.

Ülke içi bir takım politik ve alt yapı sorunları da mermercilik sektörünü olumsuz yönde etkilemektedir. Orta Doğu ve Basra ülkeleri gibi mermer alıcısı ülkelere daha yakın olmamıza ve bu ülkelere olan ulaşım avantajı ve mesafe kısalığına rağmen; Güney Doğu ve Doğu Anadolu bölgelerimizdeki zengin mermer yatakları yeterince işletilememekte, bu rezervleri işleyecek gerekli sayıdaki fabrikalar kurulamamaktadır.

1. 2. 1. 5 İklim

İklimin mermer ocaklarına olan etkisi yanında mermer işleme tesislerine olan etkileri de gözardı edilmemelidir. Ağır kış koşullarına sahip bölgelerde bulunan fabrikalar için önemli miktarlara ulaşan ısınma giderleri söz konusudur. Kötü iklim şartları ek ısınma maliyetlerine neden olmakla beraber özellikle donlu havalarda suyun buz tutması ile de üretimi engeller. Don olayına gerekli tedbirlerin alınmaması durumunda makinalarda ve su şebekelerinde hasarlar meydana gelebilir. Bunun yanı sıra makinalar için gerekli olan yağlar ve abrasiv gibi tüketim malzemeleri olumsuz iklim şartlarından zarar görebilmektedir. İşletmelerin bu olumsuzluklarla karşı karşıya kalması durumunda üretimleri durabilmekte veya ek maliyetler ortaya çıkabilmektedir.

Kötü iklim şartlarına maruz fabrikalar, bu sorunu en alt düzeyde yaşayan kıyı bölgelerinden özellikle Batı Anadolu ve Akdeniz sahil bölgelerinden farklı olarak ısınma giderlerinin birim maliyetlere yansımaları, üretimlerinin aksaması ve diğer ek giderler gibi dezavantajlara sahiptir ve bu faktörler rekabet güçlerini düşürmektedir.

1. 2. 1. 6 Jeoteknik Özellikler

Fabrika kurulacak arazinin dekapaj gerektirmesi ve/veya zeminin kazılmasını güçleştirecek arazi yapısına sahip olması, kuruluş aşamasındaki ilk yatırım maliyetlerini olumsuz yönde etkiler. Fabrika zemininin duraylı olması; heyelan ve sel tehlikesinden uzak olması, vibrasyon etkilerinden en az şekilde etkilenmesi gerekmektedir. Yol, su, atıksu ve stok sahası çalışmalarının maliyet ve teknik olabilirlikleri de, fabrika arsasının sahip olduğu jeolojik özelliklerin kontrolünde olan diğer başlıca noktalardandır.

1. 2. 1. 7 Elektrik

Mermer fabrikaları için gerekli olan elektrik enerjisi, ulusal şebeke dahilindeki 15 800 V ya da 34 500 V' luk yüksek gerilim hatlarından sağlanmaktadır. Fabrikalarda kullanılacak bu enerjinin voltaj gücündeki iniş ve çıkışlardan korunmuş olması gerekmektedir. Dalgalı olarak ve/veya süzülmeden makinalara gelen elektrik enerjisi, makinalarda elektrik ve mekanik arızalara ve üretim aksamasına neden olmaktadır.

TEDAŞ'ın izin verdiği yüksek gerilim noktasından fabrikaya kadar olan mesafe, ilk yatırım maliyetleri açısından önemlidir. Hat maliyetleri 1997 yılı Bayındırlık birim fiyatlarına göre 729 000 000 TL/km - 1 500 000 000 TL/km arasında değişmektedir. Ayrıca mesafe arttıkça voltaj ve diğer arızaların şebeke dahilindeki kontrolleri de zorlaşır.

1. 2. 1. 8 Su

Mermer işletmelerinin hepsinde (ocak, fabrika, atölye) sentetik elmaslar, tungsten karbürler, abrasivler gibi kesici ve aşındırıcı malzemeler kullanılmaktadır. Mermer ile bu malzemeler arasında sürtünme sonucu ortaya çıkan ısı su yardımıyla alınmaktadır. Bu amaçla kullanılacak suyun her türlü fiziksel ve kimyasal kirlilikten uzak olması gerekir.

Akarsular, yeraltı suları ve şehir suları, mermer işleme tesislerinin çeşitli su kaynaklarıdır. Şehir içme suları ürün birim maliyetlerine olan etkileri, çevre halkı ve belediyelerin büyük tepkiler göstermesi ve akarsu kaynakları da özellikle ülkemizde mevsimlere göre düzensiz ve kış aylarındaki çamurlu akışları nedeniyle daha az tercih edilmektedir.

Mermer işleme tesislerinde kullanılan suların büyük çoğunluğu yeraltı su kaynaklarından karşılanmaktadır. Bu nedenle fabrika yerinin seçiminde su kaynakları da dikkate alınarak etüd edilmelidir. İhtiyaç duyulan debinin, bütün bir yıl boyunca değişim göstermeden gerek duyulan miktarı karşılaması gerekir. Çoğu mermer fabrikası yeraltı sularının yetersiz kalması durumunda ve/veya maliyetlerini düşürmek için çevre mevzuatından kaynaklanan zorunluluklar nedeniyle arıtma sistemlerini kurup gerekli suyu

devir-daim yoluyla sağlamaktadırlar. Burada önemli olan nokta, cila işlemi yapan tüm makinalara, mutlaka hiçbir partikül içermeyen ve mermer yüzeyinde çiziklere neden olmayacak derece temiz suyun sağlanması gerekliliğidir.

1. 2. 1. 9 Sermaye

Mermer işleme tesisleri kurulmadan önce, planlanan işletme için gerekli sermayenin oluşturulması sırasında sadece salt makina parkının temini ve inşaat giderleri düşünülmemelidir. İşletme, fabrikanın seri üretime geçinceye ve gerekli pazar payına ulaşmaya kadar olan süre içerisinde ihtiyaç duyulacak olan işçi ücretleri, enerji giderleri, sarf malzeme giderleri, tanıtım harcamaları ve blok stok maliyetleri gibi harcamaları mutlaka göz önünde bulundurmalıdır. Bunların yanısıra kredi kullanımı durumunda, alınan kredilerin geri ödeme süreleri ve miktarları ile olası ihracat durumlarında akreditifler nedeniyle paranın geliş süresinden kaynaklanacak zaman kaybı ve bu işlemler için gerekli banka giderleri, sermaye planlamasında dikkate alınmalıdır. Aksi durumda büyük harcamalar ile kurulan mermer işleme tesisleri, işletme dönemi sermayesinde karşılaşılan sıkıntılar nedeniyle ekonomik darboğazlara düşebilmektedir.

BÖLÜM. II

MERMER İŞLEME TESİSLERİNDE YER ALAN MAKİNA-EKİPMANLARIN TEKNİK KAREKTERİSTİKLERİNİN İNCELENMESİ VE SINIFLANDIRILMASI

Ocaktan gelen blok, fabrika blok sahasına vinçler yardımı ile indirilir. Buradan üretim programına göre S/T ya da katrağa yine bir vinç yardımıyla alınır. S/T ye alınan bloklar döşemelik, fayanslık ve bankoluk olarak kesilir. S/Tden çıkan mermer ürünler işçiler tarafından alınarak baş kesmeye getirilir. Buradan yine işçiler tarafından ya da forklift veya başka bir mekanik taşıyıcıyla işlem ortamlarına taşınır.

Döşemelik mermer ürünler (stripler) baş kesmede kenarları düzeltilerek doğrudan pazara verildiği gibi, ölçülendirilerek de satışa sunulabilir. Özel ve küçük mekanlar için striplerin cilalanarak döşemeye verilmesi daha uygun olmaktadır. Ancak böyle bir durumda baş kesmede uç kısımları düzeltilen striplerin, ebatlamada ölçülendirilmesi ve ölçülerinin standart olması için yan kalibreye alınması gerekmektedir. S/Tden çıkan ürünler fayans yapımında kullanılacak ise baş kesmeden sonra striplerin kalınlıklarına göre yarma ya da kalibreye verilmektedir.

Katrağa alınan bloklar genellikle 1. 5 cm' lik, 2 cm' lik ya da 3 cm' lik olarak kesim yapılmaktadır. .Ancak özel siparişler halinde bu ölçüler değişmektedir. Çıkan plakalar doğrudan pazara sunulabileceği gibi, köprü kesmede kenarları alınarak geniş bant cila makinasına verilir ve polisaj işlemlerinden sonra satışa sunulmaktadır. Bununla birlikte katraklık plakalar mutfak bankolarının yapımında kullanılabilmektedir. Fakat bu plakaların bir bütün olarak istenilen ölçüyü çoğunlukla sağlayamamaları nedeniyle genellikle banko

yapımında S/T ürünleri tercih edilmektedir. Katrak plakaları daha çok masa, sehpa, şömine yapımı ile dekorasyonda kullanılmaktadır.

Mermer fayanslar üretim sonrası strafor ya da karton kutulara, daha sonra da sandıklara yerleştirilmektedir. Strip ve plakalar doğrudan sandıklanarak satışa sunulur. Kısa mesafeli mermer ürün nakliyatlarında, kamyon ve diğer araçlara sandıklama yapılmaksızın doğrudan yükleme yapılabilmektedir. Ancak fayans nakliyatlarında zorunlu olarak kutulama yapılmaktadır.

Mermerlerin taşıma ve yükleme işlemleri forklift ve/veya vinçlerle yapılır. Fabrika içi taşımalarda basit ama mermer için özel yapılmış el arabaları ile artıkların taşınmasında bilinen inşaat el arabaları kullanılmaktadır.

2. 1 Fayans Hattı Makinaları

Mermer fayansının üretiminde kullanılan üretim hattı en az beş farklı (S/T-baş kesme-polisaj-ebatlama-yan kalibre+pah kırma+kanal açma) makinalarından oluşur. Seramik fayanslarından farklı olarak mermer fayanslar tek bir ölçüde üretilir. 12” x 12” x 0. 35” ölçülerine sahip mermer fayanslar, metrik sisteme uyarlandığında yaklaşık olarak 30. 5 cm x 30. 5 cm x 0. 9 cm ölçülerinde üretimleri gerekir. Bu ölçülerin dışına ancak alıcı firmanın siparişleri doğrultusunda çıkılmaktadır. Bu istekler doğrultusunda genellikle 1 cm ve/veya diğer ölçüleri 30 cm x 30 cm olabilmektedir. Aksi takdirde özellikle yurt dışı satışlarda büyük sorunlar yaşanmaktadır.

Fayans hattının ilk makinası S/Tlerdir. S/Tlerde üretilen ve fayans olacak striplerin kalitesi, fayans kalite ve maliyeti ile bu hattın üretim hızını etkileyen en önemli faktördür.

2. 1. 1 S/T Makinaları

S/Tler, kullanımı en yaygın mermer blok kesicileridir. Blokları dilimler halinde keserler. Lisanslı olarak ilk üretimleri Fransız S/T firması tarafından yapıldığı için ülkemizde de bu isimle anılmaktadır.

Mermer bloklar, vagonlar üzerine alındıktan sonra makina altına çekilir ve dairesel testereye yol verilir. Testere çapı, makina karakteristiklerine bağlı olmak ve ekonomik sınırlar içerisinde kalmak şartıyla maksimum 65 cm (ekonomik ve teknik parametreler yönüyle 65 cm' den büyük kesimler için katarlar kullanılır) enli mermer dilimler kesilebilir. Alt kenar kesimleri ana gövdeye bağlı yatay testerelerle yapılır. Kesme kalınlık sınırı teknik olarak günümüz koşullarında 13. 5-15. 0 cm ise de, pratikte bu değer 7-8 cm' dir.

S/Tler, mesailerinin büyük bir çoğunluğunda “ 30' a boy serbest ” olarak adlandırılan striplerin üretilmesinde kullanılmaktadır. Bu makinaların ikinci önemli üretim grubu, mutfak bankoluklarıdır. Özel bir üretime yönelmemiş mermer işleme tesislerinde bulunan S/T makinalarının yıl içi üretim programının tamamına yakın bölümünü, genellikle bu iki gruptaki üretimler oluşturur. 20' ye boy serbest, 40' a boy serbest ve 60' a boy serbest stripler normal üretimin dışında en çok talep edilen üretim gruplarıdır. Bunların dışında kalan üretimler spesifik üretimler olup, siparişleri durumunda üretimleri yapılmaktadır.

Stripler genellikle 1 cm, 1. 5 cm, 2 cm, 3 cm kalınlıkta üretilirler ve bu kalınlıkları ile (2' lik, 3' lük) tanımlanırlar. 1' lik ve 3' lük stripler fayans imalatında kullanılırken, mezar ya da şömine gibi özel ve sanatsal çalışmalar için farklı kalınlıklarda üretimler de söz konusudur.

S/Tler, kesici ana gövdeyi tutan kolon (ayak) sayılarına göre; tek ayaklı, çift ayaklı, dört ayaklı olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Eski ve/veya küçük işletmelerde oldukça yaygın olan ve yarma adı verilen kesici makinalar ülkemizde, özellikle Afyon bölgesinde S/T amaçlı olarak kullanılmaktadır. Yarmalar, sabit bir gövde üzerine oturtulmuş ve bir elektrik dinamosuna bağlı olarak dairesel testerelerle mermer blok kesim işlemini yapan basit makinalardır.

2. 1. 1. 1 Tek Ayaklı S/Tler

Kesici gövdeyi taşıyan ve kesim hareketlerini yönlendiren ana gövde tek bir kolon üzerindedir. Ana gövdenin X ve Y düzlemlerindeki hareketleri bağımsızdır. Z

düzlemindeki kesim hareketi, vagona bağlı olarak hidrolik veya mekanik bir düzenele sağlanır.

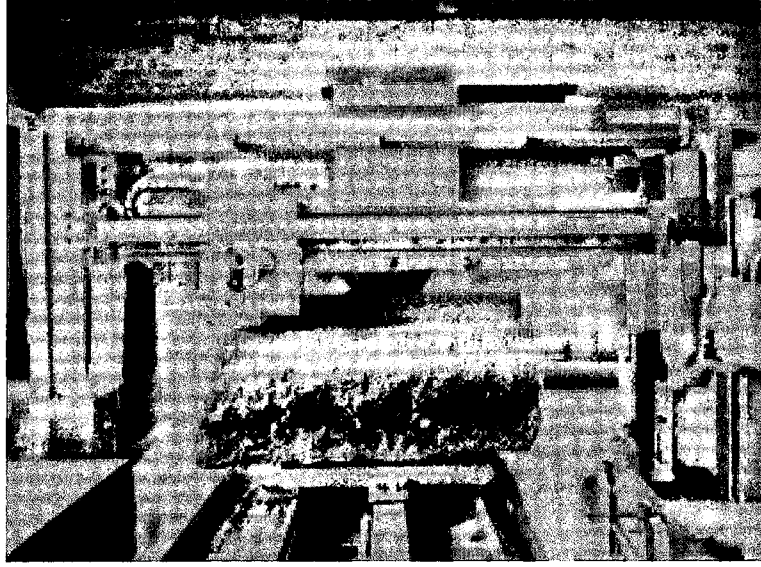
Yerleşim alanlarının azlığı nedeniyle tercih edilebilir görünseler de mermer ölçü hassasiyetlerinin tam sağlanamaması, düşük üretim hızları, çoklu testereye uygun olmayışları ve diğer tip makinalara oranla daha sık arızalarla karşılaşılması gibi nedenler tek ayaklı S/Tlerin dezavantajlarıdır. Günümüzde kullanımları en alt seviyededir ve imalatları durmuştur.

2. 1. 1. 2 İki Ayaklı S/Tler

Ana gövde, iki kolon arasında bulunan ve Y düzlemindeki hareketi kontrol eden bir köprü üzerindedir. Z düzlemindeki hareket ve kesme işlemi, ana gövdenin köprü üzerindeki hareketi ile sağlanır. X düzlemindeki hareket ise, bir redüktör düzeneğin mekanik ya da elektronik olarak vagon hareketini yönlendirmesi ile yapılır.

Bu tip makinalar tek ayaklı S/Tlere oranla daha seri çalışırlar. Ancak istenilen hassasiyeti sağlamada zorlanmaktadır. Vagon hareketine bağlı olarak, strip kalınlıklarında istenilen standartı tam ve birbirine uygun olarak sağlayamamaktadır. Zaman içerisinde redüktör sisteminde meydana gelebilecek aşınmalara bağlı olarak bu standartları sağlamak imkansızlaşmaktadır.

İki ayaklı S/Tlere, makinanın özelliklerine bağlı olarak birden fazla testere takılabilir. Bu tür makinalar günümüzde ekonomik sıkıntıları ve kullanım alanı darlığı bulunan firmalar ile moloz ve blokları yerinde işlemek için ocak işletmeleri tarafından tercih edilmektedir. Günümüzde bilinen klasik iki ayaklı S/Tlerin üretimleri yok denecek kadar azalmıştır. Ancak dört ayaklı S/Tlerde karşılaşılan, özellikle kolon hassasiyetlerinin kaybolmasından kaynaklanan sorunlar nedeniyle S/T üreticisi firmalar, tekrar iki ayaklı makinalara yönelmişlerdir. Son bir kaç yıl içerisinde yapılan çalışmalarla klasik iki ayaklı S/Tlerde görülen ve özellikle vagon hareketinden kaynaklanan sorunlar aşılmıştır. Günümüz teknolojisi içerisinde yeni model iki ayak S/Tler sadece İtalya’ da, iki firma tarafından seri olarak üretilmektedir.



Şekil 2. 1 Son Yıllarda SIMEC Tarafından Geliştirilen İki Ayaklı S/T

Şekil 2. 1' de görülen S/Tnin teknik özellikleri aşağıdaki gibidir.

Blok Kapasitesi	: 2 100 mm x 3 500 mm x 5 000 mm
Maksimum Dikey Disk Çapı	: 1 600 mm
Yatay Disk Çapı	: 400 mm
Maksimum Kesme Derinliği	: 65 cm
Toplam Motor Gücü	: 200 kW
Su İhtiyacı	: 550 lt/dk

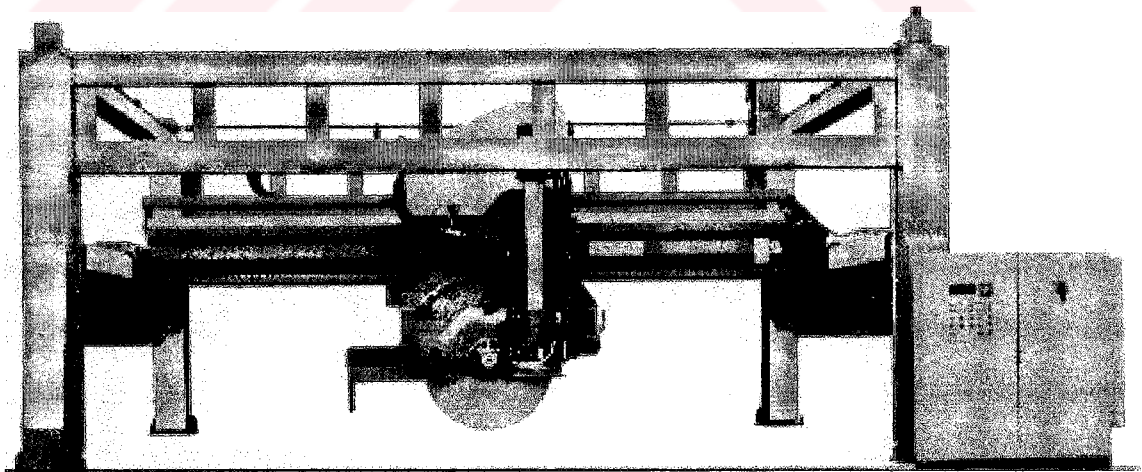
2. 1. 1. 3 Dört Ayaklı S/Tler

S/T türleri içerisinde iki ayaklılardan sonra geliştirilen ve en yaygınca kullanılan modeldir. Ana gövde, dört kolon üzerinde bulunan ve iki yan kolonu birbirine bağlayan farklı iki köprü ve bu iki köprüyü de birbirine bağlayan üçüncü bir köprü üzerinde bulunmaktadır. Ana gövdenin Y eksenindeki hareketi, yan köprülerle; X eksenindeki hareketi, üçüncü köprü üzerindeki hareket ile, Z ekseninin hareketi ise; üçüncü köprüünün yan köprüler üzerindeki hareketi ile sağlanmaktadır.

Dört Ayaklı S/Tlerde vagon sabittir. Vagonun her türlü hareketten yoksun olması, kesim kalınlık standartlarının sağlanmasında önemlidir. Diğer ölçü ve kesim kaliteleri de bu makinalarda kolaylıkla sağlanmaktadır.

Bu grub S/T makinalarına birden fazla testere takılabilir. 20 tane dairesel testere ile çalışabilen serttaş S/Tleri yapılmıştır. CaCO_3 kökenli mermerleri işleyen S/Tler ile serttaş S/Tleri arasındaki en önemli fark; serttaş S/Tlerinde aynı seviyedeki striplerin yanal kesimleri tamamen bittikten sonra alt kenar kesimleri yatay testerele ile yapılmaktadır. CaCO_3 kökenli mermerleri işleyen S/T grublarında ise alt kenar kesimleri, yanal kesimin sona ermesinden sonra ilgili strip için yatay testerenin mermere girmesi ve kesim işlemini tamamlaması ile gerçekleştirilir.

Dört ayaklı S/Tler, klasik diğer grub S/Tlere göre daha hızlı ve standart kesim yapmaları, güvenli oluşları ve doğrudan kesim işlemi için insan gücüne müdahale gerektirmemeleri gibi avantajlara sahiptir. Ayrıca diğer grub S/Tlerde karşılaşılan ve vagon hareketinden kaynaklanan kısa zaman içerisinde testere balanslarının zarara uğraması, en aza indirilmiştir.



Şekil 2. 2 Dört Ayaklı S/T

Şekilde görülen benzer bir S/Tnin teknik özellikleri aşağıdaki gibidir.

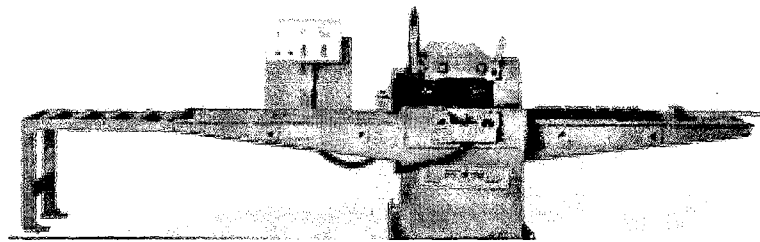
Maksimum Dikey Disk Çapı	: 1 600 mm
Yatay Disk Çapı	: 350 mm
1000' lik testere ile Maksimum Blok Yüksekliği	: 2 100 mm
Toplam Motor Gücü	: 232 kW

Bu grub makinelerde kolonları birbirine bağlayan köprülerde zaman içerisinde görülen sehim ve terazi kaçıkları, makinada ve ürünlerde sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle iki ayaklı S/Tler günümüz teknolojisi içerisinde tekrar gözden geçirilerek, özellikle araba hareketinden kaynaklanan sorunlar çözümlenmiştir.

2. 1. 2 Baş (Kafa) Kesme

Bu makinada S/Tden çıkan ürünlerin baş kısımları kesilip düzeltildiği için baş kesme olarak adlandırılmıştır. Kesim işlemlerini üzerinde bulunan ve genellikle 300, 400 veya 450' lik dairesel testerele yaparlar. Baş kesmelerde striplerin düzeltilmesi yanısıra, bunların ölçülendirilme işlemleri, katra çıkıntılarının ebatlandırılması ve geometrik paladyen üretimi gibi diğer ürünlerin değerlendirilmesi yapılır.

Testerenin bulunduğu mekanizma öne doğru gelerek kesim işlemini yapar. Kesim sonrası bıçak ilk konumuna döner. Fabrika tesislerinde yer alan diğer işleme makinalarına göre en basit olanıdır.



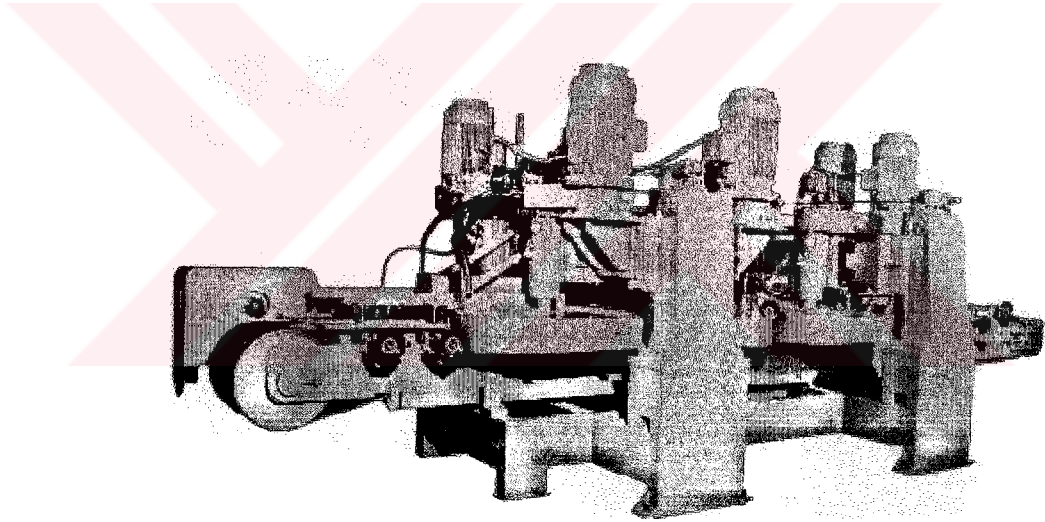
Şekil 2. 3 Baş Kesme

Yukarıdaki şekilde görülen baş kesmenin teknik özellikleri aşağıdaki gibidir.

Maksimum Kesme Genişliği	: 610 mm
Maksimum Çalışma Kalınlığı	: 65 mm
Toplam Motor Gücü	: 8 kW
Testere Çapı	: 350 mm
Kesme Hızı	: 0. 5-10 m/dk

2. 1. 3 Yarma

Gelişmiş fayans hattı gruplarının ilk makinasıdır. Bulundukları hatlarda % 40' lık bir üretim hızı artışı sağlarlar. 2. 9-3. 1 cm kalınlığındaki stripleri, 1. 1 cm' lik iki parçaya ayırır. Bu makinaların blok kesimi yapan yarmalarla hiç bir ilgisi yoktur.



Şekil 2. 4 Yatay Yarma

Yarmalar, testere sayısına ve sribin verilme şekline göre adlandırılmaktadır. Testere sayısı standart olarak 2 li, 4 lü, 6 lı motorlar tarafından kontrol edilir. Stripler, makina tipine göre dikey ya da yatay olarak beslenir. Dikey tipleri daha düzgün ürünler vermesine karşılık kontrolü için sadece makinaya ait bir işçi gerektiriyor olması gibi dezavantaja sahiptir. Bu nedenle yatay makinaların hassasiyeti arttırılarak fazla işçi çalıştırılmasından kurtulunmuştur. İlk geliştirildiği yıllarda tercih edilen dikey yarmaların bugün için üretimleri yoktur.

Yarmaya besleme hızı iyi ayarlanmalıdır. Bu hızın belirlenmesinde işlenen mermerin sahip olduğu fiziko-mekanik özellikler, yabancı eleman varlığı ve kullanılan testerelerin soket durumu etkili olmaktadır. Bilinçsizce, gereğinden fazla verilecek hız, başta makina hassasiyeti olmak üzere testere balansları ve soketlerinin zarar görmesine neden olmaktadır. Bu gibi durumlarda mermer plaka kalınlıklarında kaçmalar, hatta kırılmalar söz konusu olabilmektedir.

Şekil 2. 4' de görülen yarmanın teknik özellikleri aşağıdaki gibidir.

Testere Çapları	: 625 mm, 725 mm, 850 mm
Maksimum İşleme Kalınlığı	: 70 mm
Minumum İşleme Kalınlığı	: 22 mm
Maksimum İşleme Eni	: 630 mm
Minumum İşleme Eni	: 300 mm
Toplam Motor Gücü	: 120 kW

2. 1. 4 Kalibratörler

S/T ve yarma makinalarından çıkan ürünlerde, çoğu zaman hassas bir çalışmaya rağmen, testere izleri ve ürünler arası kalınlık farklılıkları söz konusudur. Bu istenmeyen durum, polisaj işlemi sırasında kullanılan abrasiv tüketimini arttırmakta; abrasivlerde ve ürünlerde parçalanmaya neden olabilmekte ve cila kalitesini de düşürmektedir. Bu olumsuzlukları gidermek için polisaj öncesi kalibrasyon işlemi uygulanır.

Kalibrasyon sonrası, mermer ürünün tümünde istenilen kalınlık eşit olarak sağlanmaktadır. Kalibre işlemi, dairesel bir çelik gövdenin kenarlarına, gövdeye paralel olacak şekilde kenarlara monte edilen elmas soketlerle ya da 80 numara ve altı abrasivlerle gerçekleştirilir.

Kalibrasyon, polisaj makinasında yer alan bir ya da iki ünite ile yapıldığı gibi kaliteli bir fayans hattında makinaya entegre edilmiş ayrı bir ünitenin görev yapması ile de gerçekleştirilebilir. Polisaj ünitelerindeki kalibrasyon işlemi genellikle abrasivlerle yapılır. Buna karşılık polisaj makinasıyla aynı gövde üzerinde bulunan fakat bağımsız görünümüne

sahip kalibrasyon ünitelerinde soketler kullanılır. İdeal fayans hatlarında ise kullanılan kalibrasyon üniteleri polisaj ünitelerinden tamamen bağımsızdır. Bağımsız kalibratörler 3 ayrı motor tarafından kontrol edilir. 1' li ve 2' li kalibratörler varsa da daha az tercih edilmektedir.

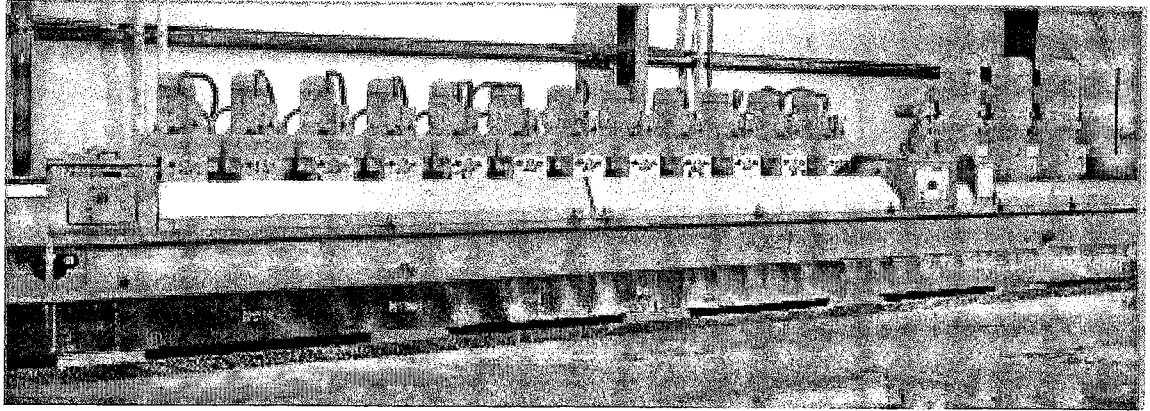
Kalibrasyon sırasında bir defada alınacak miktar 1. 5 mm' yi geçmemelidir. Alınacak kalınlık ile banta verilecek hızın uyumlu olması gerekmektedir. Bu kriterlerin belirlenmesinde işlenene mermerin türü ve fiziko-mekanik özellikleri ile ürünün S/T ya da yarma sonrasındaki işlem homojenitesi önem taşır. Pratikte bunun kontrolü ve takibi diğer işleme makinalarında olduğu gibi ampermetreden yapılır. Makina çalışırken fazla amper çekilmesi durumunda öncelikle bant hızı düşürülür. Makinaya binen fazla yükün devam etmesi durumunda alınan kalınlık miktarı düşürülür; birden fazla kalibrasyon uygulanır. Makinadaki bu zorlanmalar soketlerin dağılmasına, gövde balansının kaybolmasına ve mekanik arızaların çıkmasına neden olabilmektedir.

2. 1. 5 Polisaj (Cila)

Cila işlemi, mermer üzerindeki pürüzlülüğün mümkün olan en alt seviyeye indirilmesiyle gerçekleştirilir. Bu işlem bağımsız güç ünitelerine bağlı olarak dönen başlıklarda bulunan abrasivlerle sağlanır. Aşındırma yapıldıkça ve abrasiv numarası büyüdükçe, mermerin gerçek rengi başta olmak üzere fiziki görünümü ve jeolojik yapısı ortaya çıkar.

Polisaj makinaları, abrasivlerin takıldığı ünite sayısına göre adlandırılmaktadır. Bugün kullanılan ünite sayıları 5 ile 18 (kalibratörler hariç) arasında değişmektedir. Bazen bu makinalar kalibratör sayısı ile beraber adlandırılır (12 + 3 gibi). Ünite sayısı ile cila kalitesi ve üretim hızı doğru orantılıdır.

Başlıklar mekanik ya da otomatik olarak kontrol edilir. Mekanik kontrollü makinalar en az bir işçi tarafından izlenmek zorundadır. Başlıklar, mermerin başlık çapının yaklaşık 5 cm içine girmesiyle indirilir. Cilalanan mermerin ünitelerden çıkışına 5 cm kala da başlık kaldırılır.



Şekil 2. 5 3+12 Kafalı Cila Ünitesi

Otomatik ünitelerde iki farklı sistem kullanılmaktadır. İlk sistemde, makinanın girişinde bulunan switch, mermerin boyuna göre üniteleri kontrol eder; inme ve kalkma zamanlarını düzenler. Diğer sistemde ise, makinanın girişinde ve/veya başlıkların ortasında bulunan fotosellerle mermer akışı ve başlıkların hareketi kontrol edilmektedir.

Başlıklar, mermer yüzeyine uyguladıkları baskı gücünü hidrolik veya pnömatik bir sistemden alır. Pratik ve ekonomik oluşları nedeniyle pnömatik sistem makinalar tercih edilir. Hidrolik sistemin bu grub makinalardaki kullanımları sınırlı kalmıştır.

Polisajda, ürünler arasındaki ölçü birlikteliğinin önemi büyüktür. Kalınlık farklılıkları abrasivlerin kırılmasına ve bu kırıklar ileri safhalarda ürün üzerinde giderilmesi mümkün olmayan çiziklere neden olmaktadır. Ayrıca kırılan abrasiv parçaları, merkez-kaç kuvveti ile koruyucu kapakların açık olması durumunda çalışanlara ve çevre makinalara zarar verebilmektedir. Olası bu problemler, ürünler arası en farklılıklarının 1 cm' yi geçmesi durumunda da karşılaşılabilmektedir. Boydaki farklılıklar hiç bir şekilde polisajda sorun oluşturmamaktadır.

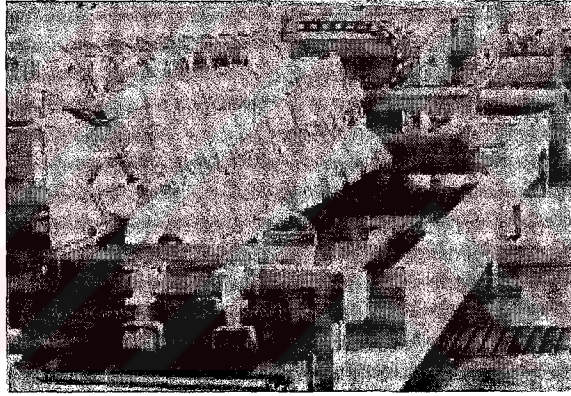
İşlenen mermerin fiziko-mekanik ve jeolojik özellikleri dikkate alınarak belirlenen ve bant hızına bağlı olarak yapılan ürün beslemelerinde, aynı tür ve benzer yapıdaki ürünlerin ard arda verilmesi önemlidir. Farklı özelliklere sahip mermerlerin arka arkaya beslenmesi cila kalitesini düşürmektedir. Bununla birlikte mermerin sahip olduğu özellikler, abrasiv

serilerinin düzenlenmesinde ve başlıklara verilecek baskı ile su miktarı ve basınçlarında önemlidir.

Şekil 2. 5' de görülen cila ünitesinin teknik özellikleri aşağıdaki gibidir.

Maksimum Çalışma Genişliği	: 650 mm
Maksimum Çalışma Kalınlığı	: 70 mm
Başlık Çapları	: 720 mm
Toplam Motor Gücü	: 160 kW
Su Tüketimi	: 430 lt/dk

2. 1. 6 Ebatlama (Çoklu Kesme)



Şekil 2. 6 Ebatlama

Cilalanmış striplerin ebatlandığı, fayans boyutlarının hassasiyetle sağlandığı makinalardır. Fayans dışı özel ürünlerin ebatlanmasında da kullanılabilir. Fayans dışı özel ürünlerin ebatlanmasında da kullanılabilir.

Hareketli bir gövde üzerinde bulunan ve en az iki testereden oluşan, her biri bağımsız güç ünitelerince kontrol edilen makinalardır. Prensip olarak baş kesmelere benzeyen ebatlamalarda testereler sağa ve sola hareket kabiliyetine de sahiptirler. Bu hareketlilik testreler arasında istenilen ölçüleri ve böylelikle fayans dışı ölçülendirmelerde seri üretimi sağlamaktadır.

İleri-geri hareketler için ebatlamalarda baş kesmelerden farklı olarak, hidrolik veya pnömatik güç kaynakları kullanılmaktadır. Yaygınca kullanılan basınçlı hava, ikiden fazla testereye sahip makinalarda ve yeterli uzunlukta striplerin işlenmediği durumlarda, fazla güç harcanmaması ve ileri hareket sırasında bir sıkışıklığa neden olmaması için testerelerin askıda tutulmasını sağlamaktadır.

Kesme hızları soketlerin durumuna, mermerin jeolojik ve fiziko-mekanik özelliklerine bağlı olarak belirlenmektedir. Özellikle iri kristalli, breşik ve gözenekli mermerlerin işlenmesinde, uygun kesim hızının belirlenmesi gerekmektedir.

Şekil 2. 6' da görülen ebatlamaya ait bazı teknik özellikler aşağıdaki gibidir.

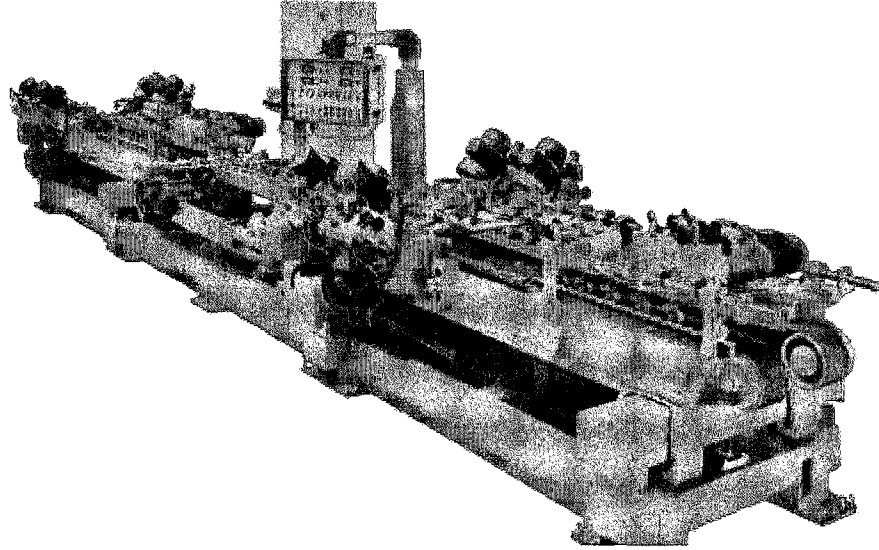
Maksimum Kesme Genişliği	: 610 mm
Maksimum Strip İşleme Boyu	: 3 300 mm
Maksimum Kesme Kalınlığı	: 60 mm
Minumum Bıçak Aralığı	: 150 mm
Toplam Motor Gücü	: 50 kW
Su İhtiyacı	: 120 lt/dk

2. 1. 7 Yan Kalibre + Kenar Pah + Kanal Açma

Farklı işlevleri olan bu üç ayrı bölüm, genellikle bir makina olarak imal edilmektedir. Mermer fayanslarına ait kenar ölçülerinin standartlara uygun olarak hassasiyetle verildiği makinalar, yan kalibrelerdir. Striplerdeki kalınlık probleminin yanı sıra, S/T ve ebatlama makinalarında mermerin kesimi sırasında kenar ölçülerinde eşitsizlikler ve fazlalıklar söz konusu olabilmektedir. İşleme hatalarından ve/veya ölçülerdeki obsiyonlardan kaynaklanan fazla ölçülerin alınmasında ve sıfırlanmasında yan kalibrelere ihtiyaç duyulmaktadır.

İki tarafı ölçülendirilmiş fayans, bant üzerinde hareket ederek bu kenarlarına ait pahları açılır. Bu hareket sırasında altta bulunan dairesel testereler yardımı ile isteğe bağlı olarak, duvarla fayans arasında kalacak montaj malzemesini daha iyi kavraması için bir veya iki

kanal açılır. Fayans, bant üzerindeki hareketi sırasında 45° lik bir makara yardımıyla 90° döner ve işlem görmeyen diğer iki kenar da kalibre ve pahdan geçerek kurutmaya gelir.



Şekil 2. 7 Yan Kalibre + Kenar Pah + Kanal Açma Makinası

Kalibre ve pahda kullanılan yontucu malzemeler, elmaslı veya sentetik olabilmektedir. Sentetik malzemeler pahalı ve daha kısa ömürlü olmasına rağmen iri kristalli, breşik ve gözenekli mermerlerin işlenmesinde daha iyi sonuç vermektedir.

Kalibre edilecek miktar ve pah açısı ile genişliği; ilgili aparatların bulunduğu sonsuz dişlilerle ayarlanır. Bu boyutların küçülmesi, hata payını düşürürken üretim hızını arttırmaktadır. Bu grub makinalarda da mermerin kristal boyutu, sertliği, breşik yapı varlığı ve gözenekliği önemlidir.

Şekil 2. 7' de görülen makinanın bazı teknik özellikleri aşağıdaki gibidir.

Maksimum İşleme Genişliği	: 610 mm
Maksimum İşleme Kalınlığı	: 35 mm
Başlık Çapları	: 200 mm
Toplam Motor Gücü	: 13 kW
Bant Hızı	: 0. 5-8 m/dk

2. 1. 8 Kurutma

Mermer ürünler yan kalibre ve pahdan mermer fayans standartlarına uygun olarak çıkar ve her bir ünite artık fayanstır. Bu aşamadan sonra üretim sırasında fayans üzerinde biriken çamur ve cila artıklarının temizlenmesi, ıslaklığın giderilmesi gerekmektedir. Aksi durumda ambalajlama sırasında ve sonrasında çizikler oluşmaktadır. Bunun yanı sıra gözenekli mermerlerde dolgu öncesi boşlukların temizlenmesi önemlidir. Aksi durumda dolgunun ömrü kısa olmaktadır.

Temizleme ve kurutma işlemi, sıcak hava veren fanlarla yapılır. En az bir motor tarafından kontrol edilen fan, sahip olduğu ısı ve oluşturduğu sıcak havayı üflemesiyle fayans yüzeyini temizler ve kurutur. Bu grupta ideal ünite sayısı üçtür. Üç ayrı noktadan salyangoz çıkışlarıyla verilen sıcak hava, hareket halindeki bant üzerinde bulunan fayansı, seleksiyon öncesinde kullanıma hazır hale getirir.

Koyu renkli mermerler ve traverten gibi yumuşak doğal yapı taşlarında fanlı kurutma sistemi yetersiz kalmaktadır. Bunun için kurutmadan sonra tambur keçelerin fayans yüzeyinden hızla geçmesiyle kaliteli temizleme sağlanmaktadır. Keçeler, temizlemenin yanı sıra yüzey parlaklığını ve albeniyi arttırmakta, seleksiyonu kolaylaştırmaktadır.

2. 1. 9 Mumlama

Fayans hatlarında nadir bulunan bir makinadır. Çok çeşitli renklere sahip ve/veya koyu renkli dekoratif mermerlerin işlenmesinde bu makinaya ihtiyaç duyulabilmektedir. Özel mekanların iç duvar kaplamalarında kullanılan dekoratif mermerlerin daha parlak görünmelerine ve belirsiz renklerin daha net ortaya çıkmalarını sağlar.

Bu tip makinalar en az bir, ideal olarak her biri bir motor tarafından kontrol edilen üç tane 60 cm çap ve 10 cm kalınlığa sahip döner sünger başlıklar ile sentetik reçinenin depolandığı bir tüpden oluşmaktadır. Tüpden ilk süngerin önüne 0. 5 mm' lik iğne ucundan bir damlalık reçine, bir tane fayans için yeterli olmaktadır. Süngerlerin dönüşü ve verilen pnömatik veya hidrolik baskılarla reçine tüm fayans yüzeyine dağıtılır ve

mumlanır. Mumlamanın kalitesi açısından fayansların ve kullanılan süngerlerin kuru ve temiz olmasının yanısıra banta uygun hızın verilmesinin önemi büyüktür.

2. 1. 10 Kalite Kontrol Masası

Fayans hatlarının en son ünitesidir. Kalite kontrolde kullanılan masalar genellikle, hatdan ayrı fakat hattı takip eden ve sonradan firma tarafından yaptırılan platformlardır. Bu tür masalar iş ve işçi verimini düşürmektedir.

İdeal bir fayans hattında bulunması gereken bir takım teknik özellikler vardır. Bu teknik özelliklerin başında masaya verilecek ışığın, fayans yüzeylerini gölgesiz ve yeterli şiddette aydınlatması gelmektedir. İkinci önemli özellik ise masa yüzeyine verilecek yaklaşık 30° lik görüş açısıdır. Açı ile beraber yeterli ışık kaynağı, ekspertizin çalışma kabiliyetini arttırmakta; fayans yüzeyindeki detayların, var olan hataların daha iyi gözlemlenmesini sağlamaktadır.

Yeterli açı ve boyutlara sahip gerçek kalite kontrol masalarında, masada yer alan swich ve rulo taban düzeneği ile hattan gelen fayansların masaya girişi ve masadaki ilerleyişi otomatik olarak sağlanmaktadır. Bu tür masalarda üretilen tüm fayansların kontrol ve tasnifinde sadece bir kişinin yeterli olması, önemli bir ekonomi sağlamaktadır. Çünkü plaktform tipi masalarda paketleme ve ambalajlama dışında en az 3-4 kişiye gereksinim duyulurken özel düzenekli bu tip masalarda tek bir kişi, tüm üretim için yeterli olmaktadır. Burada ekspertizin görevi sadece seçicilik olmaktadır.

2. 2 Plaka Hattı Makinaları

Yer döşemesi, duvar kaplaması ile fayanslık ve banko üretiminde kullanılacak mermerler için S/T ler yeterli olabilmektedir. Büyük miktarlarda ve hızlı üretimin gerektiği durumlarda daha büyük boyutlu ürünlere, plakalara gereksinim vardır. Plakalar her ne kadar fayanslık, döşemelik ve kaplamalık ürünler için ekonomik olmasa da zaman zaman işletmelerde siparişlere bağlı olarak bu yönde kullanılabilmektedir. Büyük kapasiteli ve

sürekli banko işlerinde, masa ve sehpa üretimleri ile şömine ve mezarlık gibi özel boyut ve çalışma gerektiren ürünlerde plakalar kullanılmaktadır.

Plakalar bloğun yukarıdan aşağıya doğru kesilmesi ile elde edilir. Plaka üretim hattını oluşturan makinalar ise;

- Katraklar,
- Köprü kesme makinaları,
- Plaka silim (geniş bant cila) makinalarıdır.

2. 2. 1 Katraklar

Blokların plakalar şeklinde kesildiği makinalardır. Genel olarak bir tahrik motoru ve bu motorun tahrik ettiği kesici lamalar (testereleler) ile blok arabasından oluşur. Arabanın üzerine yerleştirilen bloklar, lamaların sabitlendiği kasanın ileri-geri (ortalama ←50 cm, 50 cm→) hareketiyle plakalar halinde kesilir. Elde edilen plaka sayısı, kesim yapan lamaların bir eksiğidir.

Katraklar, kullanılan lama tiplerine göre iki gruba ayrılabilir;

- Kumlu katraklar,
- Elmas lamalı katraklar.

Katrakların adlandırılması lama sayıları ile 35' lik, 40' lık, 60' lık, 70' lik şeklinde yapılmaktadır.

2. 2. 1. 1 Kumlu Katraklar

İlk olarak Romalılar tarafından Efes antik kentinde uygulandığı düşünülen kumlu katraklarda kesme işlemi; çelik lamaların hareketi sırasında silis kumu, zımpara tozu, çelik veya diğer metal granül malzemelerden herhangi birinin su ile birlikte verilmesi ile yapılır.

Su ve aşındırıcı karışımının lamalarla blok arasına girmesi ve aşındırmasıyla kesme işlemi gerçekleştirilir.

Kesme hızının 3-5 cm/saat gibi çok düşük olduğu bu grub makinalarda çalışma boyutları lama sayısına ve araba boyutuna göre değişmektedir. İhtiyaç duyulan su miktarı 30-35 lt/dk, gerek duyulan güç ise 100-200 kW' dır.

Kesme hızlarının çok düşük olması, pratik ve ekonomik olmayışları nedeniyle CaCO_3 kökenli mermerlerin bu makinalarda kesimlerinden vazgeçilmiştir. Var olan kumlu katraklar ise, üzerlerinde yapılan değişiklik ve ilavelerle elmas soketli lamalara dönüştürülmüştür.

Elmas soketli lamalarda sert taş mermerciliği için gerekli gelişimin ve istenilen verimin sağlanamayışı ve günümüzde benzer özellikteki makinaların granit gibi sert mermerlerin kesiminde daha iyi sonuç vermeleri nedeniyle kullanımları devam etmektedir. CaCO_3 kökenli mermerlerden farklı olarak su ve çelik ya da krom alaşımlı metal parçacıkların yanısıra kesim sırasında kireç de karışıma verilmektedir. Burada kirecin görevi, viskoziteyi ayarlamakla beraber bazik bir ortam oluşturarak metal parçacıklarının oksidasyonunu önlemektir.

2. 2. 1. 2 Elmas Soketli Katraklar

Kumlu katrakların dezavantajlarından dolayı elmas soketli lamalar geliştirilmiştir. Elmas soketli lamalar, 1-3 mm arasındaki çelik gövde üzerine ortalama 33 adet elmas soketin kaynaklanmasıyla oluşur. Elmas soketlerin kesim sırasında sürtünmeden kaynaklanan ısınmalarını önlemek için lamaların üzerinden bloğa su verilir. Su, ısınan elmasların yanmasını önlerken kesimden kaynaklanan tozu da bastırır.

Çatlaksız, homojen, yabancı eleman, özellikle mermerden daha sert oluşumlar ve kil içermeyen, düzgün şekilli ve lamaları tam dolduran blokların kesilmesi katraklarda önemlidir. İşlenen mermerin jeolojik ve fiziko-mekanik özellikleri dikkate alınarak makinaya verilen kesme hızına bağlı olarak kesme verimi ve plaka kalitesi artar. Dikkat

edilmesi gereken bu noktaların yanısıra lamaların uygun gerilim ve özelliklere sahip olması, terazilerinin tam olması, soketlerin eş boyutlarda ve kesim için gerekli karatta elmasa sahip olmaları, makinaya ait bakım ve yağlama periodlarına uyulması da plaka kalitesini arttırır. Aksi durumda açma-kapama olarak adlandırılan plaka üzerindeki dalgalanmalar ve plaka kalınlıklarında görülen farklılıklar kaçınılmaz olmaktadır.

Elektrik ve su kesintisi ile kamalama gibi durumlar dışında mecbur kalınmadıkça kesim halindeki katrak kesimlerinde ara verilmemelidir. Vardiya değişimi, yemek arası gibi veya diğer zorunlu durumlar dışında katraklarda blok kesimlerinin durdurulması, plaka kalitesini ve soket ömürlerini düşürmektedir.

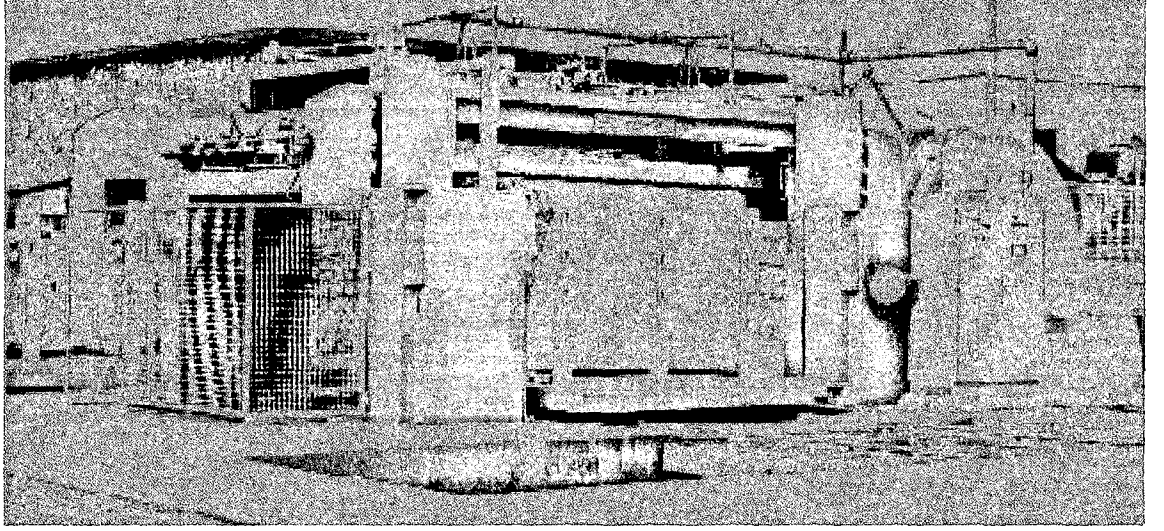
Elmas lamalı katraklar da çalışma prensiplerine göre kollu ve araba hareketli olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

2. 2. 1. 2. 1 Kollu Katraklar

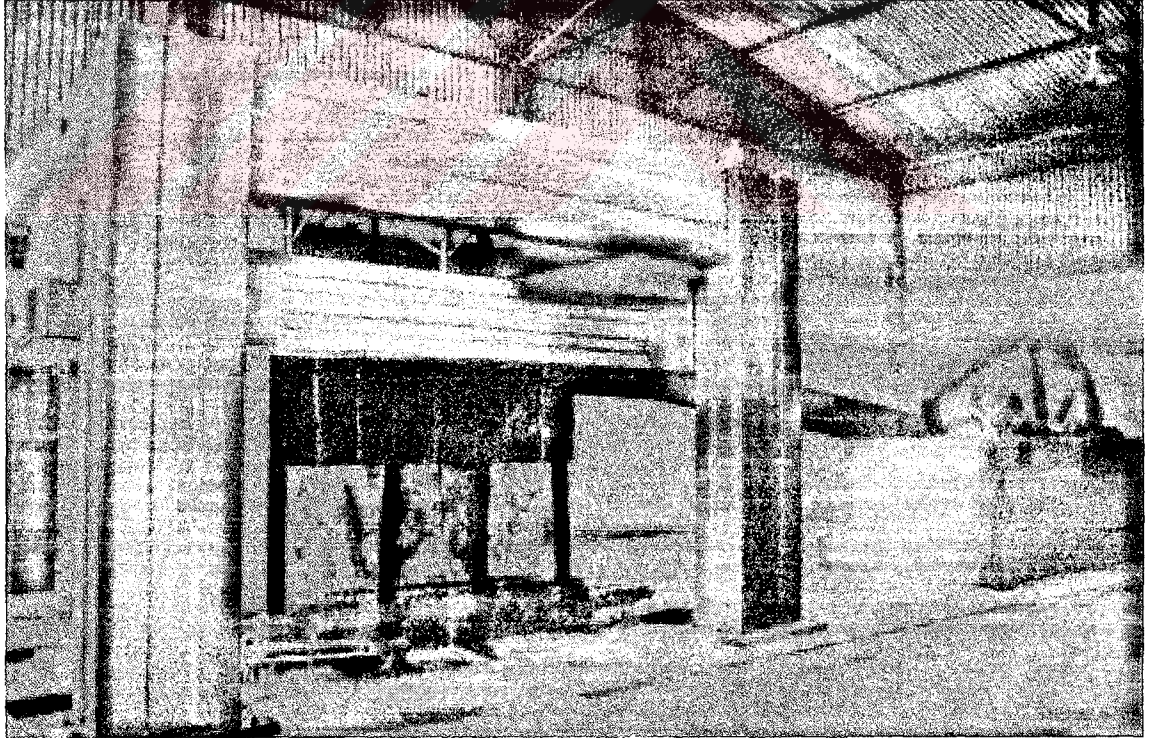
Lamaların bulunduğu kasanın hareketi, beton bir gövde üzerinde ya da son yıllarda geliştirilen modellerde olduğu fabrika zemininde bulunan motor ve bu güç ünitesi tarafından oluşturulan tahriğin bir bom tarafından kasaya iletilmesiyle sağlanmaktadır. Kasa, ileri-geri hareketine ek ve verilen hıza bağlı olarak makinanın dört köşesinde bulunan ve sonsuz dişlilerden oluşan klavuz ayaklarından aşağı doğru iner ve blok kesimini tamamlar.

Kollu katraklar açık ve kapalı kasa olarak iki şekilde imal edilmektedir. Açık kasalarda lamalar sadece baş taraflarından mesnetli olup, kenarlarında herhangi bir çerçeve yoktur. Genellikle bu tür kasalar 40 ve daha az lamaya sahip katraklarda kullanılmaktadır. Bu yapı, toplam lama genişliğinden önce daha büyük blokların tesise gelmesi durumunda; herhangi bir ön kesime, sayalamaya sokulmadan, öncelikle toplam lama eni kadar olan bölümün daha sonra da kalan kısmın ileri alınmasıyla bütün bloğun kesimine izin vermektedir. Kasa kenarlarının açık olması nedeniyle aynı blok üzerinde birden fazla kesim gerçekleştirilebilir. Blok arabasının yandan verildiği bu katrak modellerine büyük ebatlı blok sıkıntısı ceken, ocağı bulunmavan ve/veya küçük ölçekli işletmeler tarafından

tercih edilmektedir. Lamalara gerekli olan desteğin sağlanmasında kasalar yetersiz kaldığı için, diğer katarak tiplerine göre bu modellerde plaka kalitesi çok düşüktür.



Şekil 2. 8 Kasasız Kollu Katrak



Şekil 2. 9 Kasalı Kollu Katrak

Kapalı kasa katraklarda lama sayısı genellikle 40' dan fazladır ve blok arabası genellikle makineye ön taraftan alınır. Kasanın dört taraflı olmasıyla lamaların rijitliği artmış; plaka kalitesi önceki modellere göre daha iyi duruma getirilmiştir.

Kollu katraklarda bomdaki vibrasyon, imalattan ve/veya sonrasında bomda söz konusu olabilecek deformasyonlar plaka kalitesini düşürmektedir. Kasanın aşağı doğru hareketi sırasında lama terazilerinde söz konusu olan kaçıklık miktarı, araba hareketli katraklara göre daha fazla olmaktadır. Kesimin izlenmesi ve kamalama işlemleri de araba hareketli katraklara oranla daha zordur.

Şekil 2. 8' de görülen kasasız katrağın teknik özellikleri aşağıdaki gibidir.

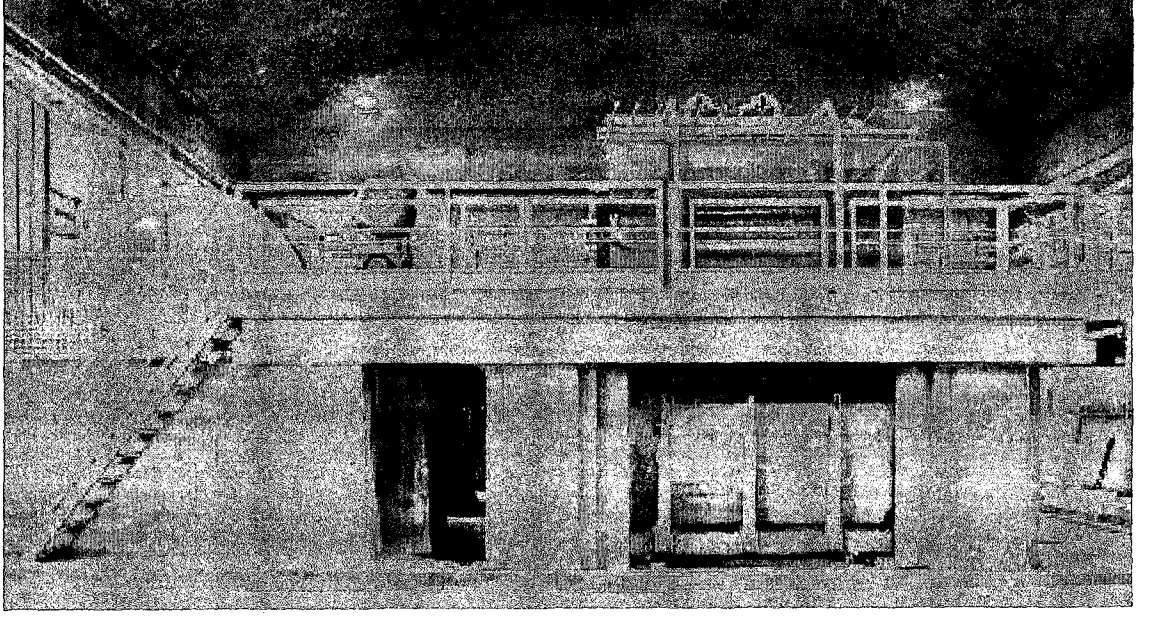
Maksimum Blok Boyutları	: A. B. B. x 3 250 mm x 1 800 mm
Maksimum Lama Sayısı	: 40 Adet
Toplam Motor Gücü	: 90 kW
Su İhtiyacı	: 450 lt/dk

Şekil 2. 9' da görülen kasalı katrağın teknik özellikleri ise;

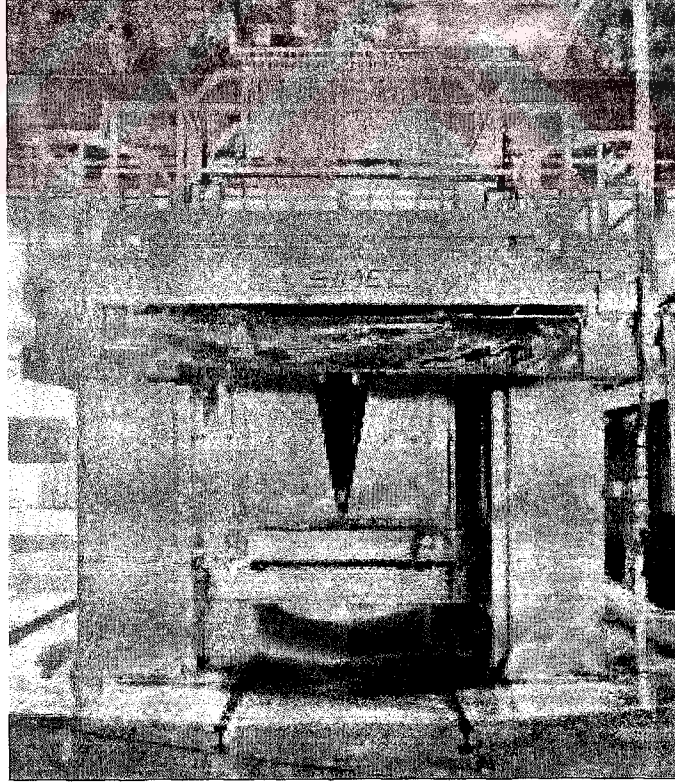
Maksimum Blok Boyutları	: 2 000 mm x 2 000 mm x 3 200 mm
Maksimum Lama Sayısı	: 80 Adet
Toplam Motor Gücü	: 110 kW
Su İhtiyacı	: 720 lt/dk

2. 2. 1. 2. 2 Araba Hareketli Katraklar

Kolsuz ya da hidrolik (hidrolik yaklaşımı doğru değildir) katrak olarak da adlandırılan bu modelleri diğerlerinde ayıran en önemli fark, kesim sırasında lamaların inmesi yerine blok arabasının yukarıya doğru hareket etmesidir. Çoğunlukla blok arabası ön taraftan makina içerisine alınır. Bu modellerde kasa seviyesi sabittir; kasanın hareketi sadece ileri-geri şeklinde olmaktadır. Kesilen miktarın boşluğu, arabanın üzerindeki bloğun sonsuz dişlilerden oluşan ve makinanın dört tarafında bulunan klavuz ayakları boyunca yukarı çıkmasıyla alınmaktadır.



Şekil 2. 10 Araba Hareketli Katrak



Şekil 2. 11 Kesim İşlemini Tamamlamış ve Arabası İnen Katrak

Çoğunlukla 60 ve 70' lik olarak imal edilen araba hareketli katraklarda, plaka kalitesi ve kesim hızı arttırılmıştır. Kesim sırasında bloğun kontrolü daha kolaydır. Ancak çatlaklı blokların kesimlerinde diğer modellere göre iş ve işçi güvenliği ile makinanın korunması açısından daha riskli bir ortam söz konusudur. Bu tip katraklarda ilk yatırım, bakım ve onarım giderlerinin yüksekliği, diğer önemli dezavantajlardır.

Şekil 2. 10' da görülen katrağın teknik özellikleri aşağıdaki gibidir.

Maksimum Blok Boyutları	: 1 800 mm x 2 000 mm x 3 250 mm
Maksimum Lama Sayısı	: 70 Adet
Tolam Motor Gücü	: 120 kW
Su İhtiyacı	: 700 lt/dk
Kesme Hızı	: 35 cm/h

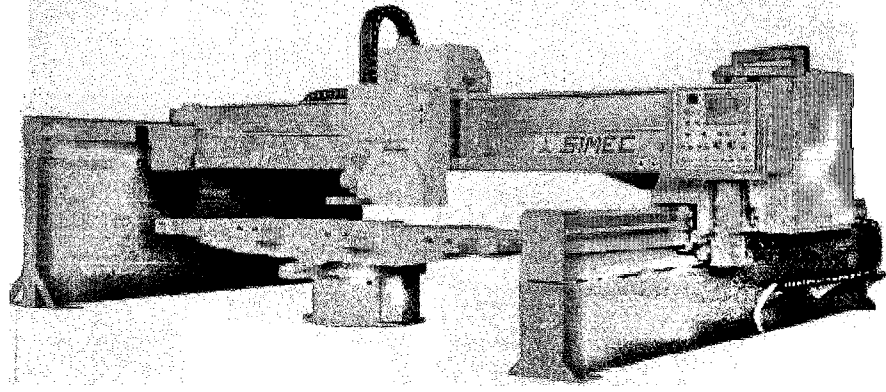
2. 2. 2 Köprü Kesme

Katraktan çıkan plakaların ebatlandırılması veya bu plakaların geniş bant cilaya verilmeden önce kenarlarının düzeltilmesi, köprü kesme makinalarında (köprülü kesimlerde) gerçekleştirilir.

Köprü kesme makinaları, 1. 50-2. 00 m yüksekliğinde dökülen ve iki perde betondan oluşan duvarlar üzerinde bulunan raylarda, sağa-sola hareketli bir kolon ve bu kolon üzerinde ileri-geri hareket edebilen bir kesici gövdeden oluşur. Kesici olarak 300-600 arası dairesel testereler kullanılıyorsa da uygun boyut 450' liklerdir. Mermer plaka/plakalar perde duvarlar arasında bulunan tabla üzerine yatırıldıktan sonra istenilen ölçülerde kesilir.

Köprü kesme makinalarının bir çok modelleri vardır. Genel olarak bu modeller iki grub altında toplanabilir.

- Bıçak hareketli köprü kesmeler,
- Tabla hareketli köprü kesmeler.



Şekil 2. 12 Bıçak Hareketli Köprü Kesme Makinası

Bıçak hareketli köprü kesme makinalarında kesici gövde, hidrolik sistemle aşağı-yukarı hareket ederken tabla seviyesi değişmez. Tabla hareketlilerde ise benzer bir hidrolik sistemle tablaya hareket verilir. Bu tiplerde bıçak seviyesi sabittir.

Tablalar kendi etrafında 360° hareketlidir. Bazı tablalar vinçten plaka alımını kolaylaştırmak ve iş güvenliğini arttırmak için hidrolik olarak dikey konuma gelebilmektedir. Bu tür tablaların kenarlarında bulunan tırnaklar da plaka alımını kolaylaştırmaktadır. Tırnakların üzerine yerleştirilen plaka, masanın yatay konuma gelmesiyle kesime hazır hale gelir.

Testere gövdesi dikeyle 30°, 45°, 60° gibi belirli açılar yapabilir. Tabla ve başlığın sahip olduğu hareket kabiliyeti masa, sehpa ve mezartaşı gibi özel ürünlerin şekillendirilmelerinde önemlidir. Bazı köprü kesmelere eklenen izleyiciler makinanın torna makinasına benzer olarak çalışmasını sağlamaktadır. Köprü kesmeler, bunların yanında pah ve evlye yerlerinin açılmasında, işlenmelerinde uygun motor devir ve gerekli aparat değişiklikleri yapılarak kullanılabilir.

Son yıllarda geliştirilen köprü kesme makinaları bilgisayar kontrollü olup, kesim boyutlarının yüklenmesiyle kesim işlemi otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir.

Köprü kesmelerde kesme işlemi, S/T lerde olduğu gibi tek yönlü olmayıp makinanın geri hareketinde de kesim yapılabilir. Burada önemli olan, kesim yapılacak toplam mermer kalınlığının 10 cm yi aşmamasıdır. Bu nedenle köprülü kesimlerde azami plaka kalınlıkları ve adetleri ikilik dört tane ve 3 lük üç tane olabilir. Daha fazla sayıdaki plaka kesimleri iş ve işçi güvenliği riskini arttırmakta, makina aşırı yükten dolayı zarara uğrayabilmektedir.

Üst üste yerleştirilmiş plaka sınırları testere için keskin süreksizlikler oluşturur. Kesim sırasında testereye doğru olası plaka kapanmaları, soketlerin dağılmasına ve/veya testere balansının kaybolmasına neden olabilmektedir. Bu durumda dağılan soketler merkezkaç kuvvetinin de etkisiyle çevrede bulunan çalışanlara zarar verebilir. Bütünlük göstermeyen ve mesafeli döşenmiş ahşapların bulunduğu tablalar ile düzgün yüzeye sahip olmayan birden fazla plakaların kesimlerinde bu gibi istenmeyen durumlarla karşılaşma olasılığı daha fazladır.

Şekil 2. 12’ de görülen benzer köprü kesmenin teknik özellikleri aşağıdaki gibidir.

Toplam Motor Gücü	: 25 kW
Takılabilir Disk Çapı	: 400-625 mm
Maksimum Kesme Genişliği	: 3 500 mm
Maksimum Kesme Uzunluğu	: 3 500 mm
Maksimum Kesme Kalınlığı	: 280 mm
Tabla Boyutları	: 3 500 mm x 1 750 mm
Maksimum Kesme Hızı	: 5 m/dk

2. 2. 3 Geniş Bant Cila (Plaka Silim)

Köprü kesmelerde kenarları düzeltilen plakalar, cila işlemi için geniş bant cila makinasına gelir. Geniş bant cila makinaları sistem olarak fayans hattında yer alan polisaj (dar silim) makinası ile benzerlik gösterirler. Abrasiv serilerinin oluşturulması ve makina-mermer arasındaki ilişki de benzerlik gösterir. İki makina arasındaki en önemli fark, genellikle bu tip makinalarda 60 cm ve yukarı genişlikteki ürünlerin cilalanmasıdır. Bant genişlikleri 80 cm - 200 cm arasında değişiyorsa da ideal genişlik 200 cm’ dir.



Şekil 2. 13 Geniş Bant Cila Makinası

Dar silim makinasının bünyesinde veya öncesinde yer alan kalibratörler, plaka hattında bulunmaz. Kalibre görevi bu makinalarda ilk üniteye verilmiştir. İlk başlığa elmas soketli diskler veya genellikle 80 numaradan küçük abrasivler takılmaktadır. Geniş bant cilada kalibre için, abrasivlerin kullanılması daha iyi sonuç vermektedir. Dar silim makinasında abrasivlerin yerleştirildiği diskler stabil olup, abrasivler bastıkları yüzeyi aynı seviyede aşındırmaktadır. Geniş bant cila makinalarında ise, katraktan çıkan plakaların yüzeylerinde söz konusu olan olası seviye farklılıkları için disklere hidrolik baskı verilmiştir. Bunun sonucunda disklerin sahip olduğu esneklik kabiliyeti ile plaka yüzey seviyelerine uygun şekilde aşındırma sağlanmaktadır.

Başlıklardaki esneklik önceleri, abrasivlerin yerleştirildiği diskler vida-somun ve yay bağlantılarıyla mile bağlı ve aynı boyutlarda üstte bulunan başka bir diske bağlanarak sağlanmaya çalışılıyordu. Ancak vidaların ve yayların kısa sürede deforme olmaları, cila kalitesine olumsuz yönde etkilemekteydi. Günümüzde, gerekli olan bu esneklik tamamen hidrolik baskılarla sağlanmaktadır.

İlk geniş bant cila makinaları, köprü kesme makinalarına benzer olarak imal edilmekteydi. Bu makinalarda köprü kesmelerde bulunan kesici gövde yerine, abrasivlerin takıldığı tek silim başlığı bulunuyordu. Önce bir seri takılır; tüm yüzey işleminden geçtikten sonra ikinci seri takılmaktaydı. Başlık bir sıra sildikten sonra ikinci sıraya geçer ve o sırayı alırdı. Bazı makinalarda ise, silim hareketi çapraz olarak sağlanıyordu. Abrasiv serilerinin

değiştirilmesinden kaynaklanan zaman kaybının yanısıra, üretim hızının ve cila kalitesinin düşüklüğü gibi nedenlerden dolayı çok başlıklı (ağırlıklı olarak 12 başlıklı) geniş bant cila makinaları geliştirilmiştir. Günümüzde yerli firmalar tek başlıklı cila makinalarını sert taş işlemeciliği için üretmeye devam etmektedirler. Fakat bu grub makinalar ek olarak silim sırasında başlıkların dönme hareketi ile birlikte belirli periodlarla plaka yüzeyine darbe hareketi yapmaktadırlar.

Mermer plaka üzerinde abrasivlerin, özellikle son başlıklarda bulunan cila taşlarının aşınması ve mermeri aşındırması sonucunda oluşan partikülleri uzaklaştırmak için, son kafaya keçe abrasivler takılmaktadır. Fakat kurutmadan sonra tambur bir keçe yardımıyla partiküllerin yüzeyden uzaklaştırılması daha iyi sonuç vermektedir.

Şekil 2. 13' de görülen geniş bant cila makinasına ait teknik özellikler aşağıdaki gibidir.

Maksimum Çalışma Genişliği	: 2 100 mm
Maksimum Çalışma Uzunluğu	: Sınırsız
Maksimum Çalışma Kalınlığı	: 120 mm
Minumum Çalışma Kalınlığı	: 10 mm
Toplam Motor Gücü	: 140 kW
Su İhtiyacı	: 410 lt/dk

BÖLÜM. III

MERMER İŞLEME TESİSLERİNDE KULLANILAN DİĞER EKİPMAN VE SİSTEMLER

Mermer işleme tesislerinde, üretime esas olan makinaların dışında başta bu makinaların çalışmalarını sağlayan enerji ve diğer güç kaynakları ile sistemlerine; bunlara yardımcı ekipmanlara, üretim öncesi ve sonrası kullanılan taşıma sistemlerine gereksinim vardır. Söz konusu bu sistem ve ekipmanlar ise;

- Enerji Sistemleri,
- Basıncılı Hava Sistemleri ve Ekipmanları,
- Su Kaynakları ve Sistemleri,
- Nakliye Sistemleri.

3. 1 Enerji Sistemleri

Mermer işleme makinalarının tamamı elektrik enerjisi ile çalışmaktadır. 34 500 ya da 15 800 V' luk ulusal şebekeden alınan elektrik enerjisi fabrikaya ait trafo binasına getirilir. İşletmeye ait trafo merkezine gelen elektrik, fabrikanın ihtiyacı olan güce indirilir. Orta ölçekli mermer fabrikaları için bu güç, makina parklarına ve üretim sistemlerine bağlı olarak 600-1000 kW arasında değişmektedir. Fabrika trafosunda her türlü voltaj oynamasından uzak olarak düzenlenen elektrik akımı, fabrika içerisinde bulunan ve makinalara ait elektrik panolarının izlendiği tesis içi trafoya taşınır. Genellikle ihtiyaç duyulan enerji düzeyine düşürülmüş ve düzenlenmiş elektrik, makinaların her birine ait kondansatör grublarının ve izleyicilerinin bulunduğu tesis içi trafo merkezine aktarılır.

Günümüz teknolojisi içerisinde iç trafo merkezinden makinalara gerekli olan enerji iki farklı sistem ile taşınmaktadır. Bu sistemler;

- Kablolu sistem,
- Busbar sistem.

Kablolu sistemde, iç trafo merkezinden her bir makina için, ilgili makinanın elektrik panosuna kadar kablo çekilmektedir. Her bir makina için ayrı bir kablo hattı, ek bir maliyet doğurmaktadır. Maliyetle birlikte kablonun bina içerisinde taşınması, trafoya olan uzaklıkla orantılı olarak artan enerji kayıpları ve bu konuda neden olunan görüntü bozuklukları söz konusu olmaktadır. Fabrikaya daha sonra gelecek makinalar için trafodan ayrı bir çıkışa ihtiyaç duyulduğunda da sorunlar çıkabilmektedir.

1970' li yıllarda geliştirilen ve son yıllarda kullanımları hızla yayılan busbar sisteminde genel olarak, kablolu sistemde söz konusu olan ve yukarıda belirtilen dezavantajlar görülmemektedir. Bununla birlikte busbar sisteminin kullanımı çok daha pratiktir.

Busbar sistemi genel olarak, alüminyum esaslı üçer metrelik kutulardan oluşmaktadır. Her bir ünitenin içerisinde üç faz bir nötr olmak üzere bakır veya alüminyum-bakır çubuklar bulunmaktadır.

Elektrik enerjisi, iki ünitenin birbirine bağlanmasıyla istenilen mesafeye kadar taşınabilmektedir. Üniteler üzerinde bulunan yuvalardan özel bağlantı aparatlarıyla hiçbir ön hazırlık olmaksızın elektrik alınabilmektedir. Busbardan yapılan elektrik çıkışları için gerekli olan yuvaların birbirine olan uzaklıkları 30-100 cm arasında değişmektedir. Buna bağlı olarak üniteler üzerinden istenilen noktadan elektrik alınabilmektedir. Aynı şekilde istenilen zaman da, hat üzerindeki aparat çıkarılarak o noktadan elektrik alımına son verilebilmektedir. Ünitelerin enerji taşıma güçleri 25-6 200 amper arasında değişmektedir.

Genel olarak busbar sistemi; kablolu sisteme göre daha az maliyet gerektirmeleri, enerji kayıplarının daha az oluşu, pratik oluşları ve bütünlük göstermeleri gibi sebeplerden dolayı tercih edilmektedir. Ancak, ülkemizde busbar sistemi başta tekstil ve seramik endüstrileri olmak üzere bir çok sanayi dalında kullanılmasına rağmen mermer sektöründe henüz kullanım alanı bulamamıştır.

3. 2 Basınçlı Hava Sistemleri

Mermer ocak ve fabrikalarında basınçlı hava kaynağı olarak kompresörlerden faydalanılmaktadır. Ocaklarda martapikör, martaperferatör ve havalı sondaj makinaları için kompresörler kullanılır. Fabrikalarda ise polisaj işlemleri, fayans hattı ve yağlama için basınçlı havaya gereksinim vardır.

Elektrik, benzin veya mazot ile çalışabilen kompresörler, sabit ve seyyar olmak üzere ikiye ayrılır. Mermer fabrikalarında çoğunlukla elektrikli sabit kompresörler kullanılır. Bununla birlikte, sadece fayans hattına veya geniş bant cila makinasına hizmet veren elektrikli seyyar kompresörlerin kullanımı son yıllarda artmıştır. Daha küçük kapasiteli olan bu tür kompresörler daha ekonomik ve pratiktirler.

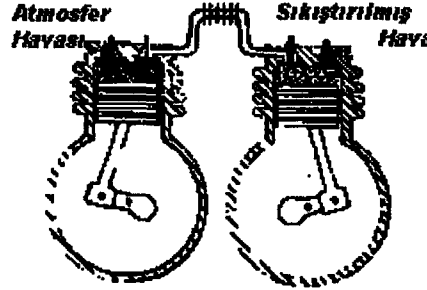
Kompresörler çalışma şartlarına uygun olarak değişik kapasitelerde seçilir. Kompresör kapasitelerinin tesbitinde kullanılacak makinaların sayısı ve dakikada tükettikleri hava miktarı dikkate alınır. Kompresörler, ürettikleri basınçlı havanın sağlama şekline, kullanım amacına, güç tiplerine göre sınıflandırılmaktadır. Mermercilikte yaygın olarak vidalı veya pistonlu kompresörler kullanılmaktadır. Ancak vidalı kompresörler daha verimli ve kullanışlı oldukları için sektör tarafından tercih edilmektedir.

3. 2. 1 Pistonlu Kompresörler

Pistonlu kompresörler gövde, gövde içi krank mili, biyel kolu, piston, silindir, kapak, kapak üstü emme ve basınç sübaplarından oluşur.

Pistonlu kompresörlerde hava emiş filtresinden temizlenerek geçen hava, emiş sübapları kanalı ile kompresör silindirine emilir. Pistonun aşağı hareketi ile silindir içindeki hava basıncının dışarıya oranla düşmesi sağlanır ve bunun sonucunda emme sübabı açılır. Açık olan emme sübabından silindir içine hava dolmaya başlar ve bu doluş pistonun alt ölü noktaya gelinceye kadar devam eder. Piston en alt noktaya gelip tekrar yükselmeye başladığında silindir içindeki havanın basıncı dışarıya oranla artar ve emiş sübabı kapanır.

Böylece silindir içindeki hava sıkışmaya başlar. Piston, üst ölü noktaya gelince artan basınç ile sübap açılır ve hava sisteme verilir.



Şekil 3. 1 Pistonlu Kompresörler

Tek kademeli kompresörlerde silindir adedinin birden fazla olaması durumunda, her bir piston 6-7 bar basınç oluşturarak sisteme basar. Silindir sayısı basınçlı hava sarfıyatı ile ilişkilidir.

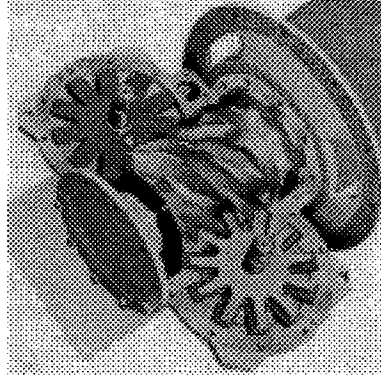
Tek kademeli pistonlu kompresörler 7-8 bar' a kadar basınçlı hava üretebilirler. 8 bar' dan daha fazla basınç oluşturulduğunda bu tür kompresörlerde, silindir içi havanın ısı 240 °C' ı bulur ve bu ısı yağların ve bazı parçaların fonksiyonlarını yeterince yapamamalarına, hatta tutuşmalarına neden olabilmektedir. Bu nedenle 8 bar' dan daha yüksek basınçlar için iki veya daha fazla kademeli kompresörler kullanılır. İki kademeli kompresörler en az iki silindirden oluşur. Hava, birinci silindire dışarıdan verilir ve belirli bir basınca ulaşıldıktan sonra ikinci silindire verilir. Bu sırada ilk kademe basınç miktarı, son kademe çıkış mutlak basıncının karekökü kadar olmalıdır.

$V_s = 15+1$ bar ise, en az

$V_{ilk} = 4$ bar olmalıdır.

İki kademeli kompresörlerin çalışması, iki ayrı kompresörün çalışması gibi düşünülebilir.

3. 2. 2 Vidalı Kompresörler

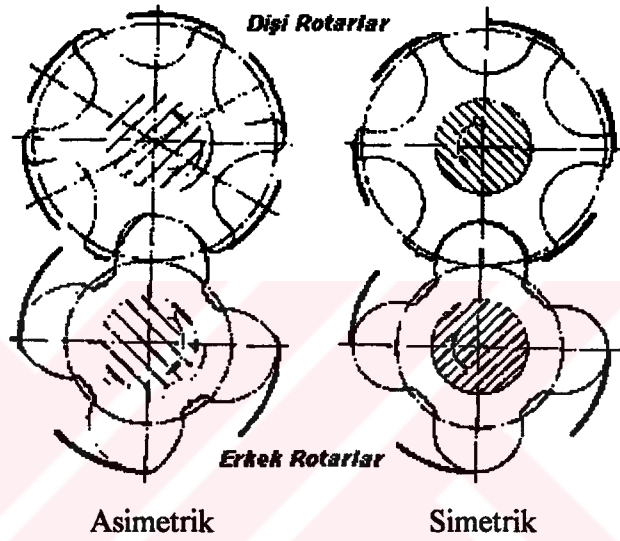


Şekil 3. 2 Vidalı Kompresörlerin Çalışma Prensibleri

Vidalı kompresörler 1950' li yıllarda geliştirilmiş ve 1960' lı yıllardan itibaren orta ve büyük güçteki pistonlu kompresörlerin yerini almaya başlamıştır. İlk vidalı kompresörler yağsız imal ediliyordu. 1960' lı yıllardan sonra yağlı sistem vidalı kompresörler geliştirilmiştir. Bu tür kompresörlerde hava emme işleminin tamamlandığı bölümde, gövde içerisine yağ püskürtülür. Püskürtülen yağ ısınan havanın sıcaklığını kontrol eder. Düşük ısıdaki basınçlı hava şebekeye verildiğinde daha az su oluşur ve bu da kohezyon sürecini düşürür. Ayrıca basınçlı havayı kullanan makinaların yağlanma sürelerini ve verimlerini artırır. Bununla birlikte rotorlar arası ve rotorla gövde arasındaki boşluğu doldurarak havanın geri kaçmasını önler ve sürtünmeden dolayı oluşacak aşınmayı azaltır. Bu yağlama işlemi rulman yataklarını, mil yataklarını ve bazı tiplerde dişlileri de yağlar.

Bu tür kompresörler, asimetric profilli (1960' lı yıllara kadar sadece simetrik) iki vida elemanı arasından emilen havanın, dönmeyle birlikte hacim daralması prensibine dayanır (Şekil 3. 3). Simetrik ve asimetric profillerin her ikisinde de erkek rotarda dört kanat, dişi rotarda altı kanat bulunur. Ayrıca her iki sistemdeki rotar çapları aynıdır. Havanın emilmesi, gövdenin üzerinde bulunan emme noktasından olur. Vidalar döndükçe aralarındaki boşluğa hava dolmaya başlar ve dönme süresince hava, dişliler arasında sıkışarak basınç artışına neden olur. Üretilen basınçlı hava daha sonra sisteme verilir.

Vida tipi kompresörlerde emme ve basma sübapları bulunmaz. Kapasite ayarları, hava emiş klepesinin açılıp kapatılması veya devir sayısı değiştirilerek yapılır. Vida tipi kompresörler daha yüksek devirlerde çalışabilirler ve aynı hava miktarını üretmek için pistonlu kompresörlere oranla daha az yer kaplarlar. Vidalı kompresörlerin bu avantajlarına karşılık çalışmaları sırasında yağ ayrımını tam olarak yapamamaları ve yüksek enerji sarfiyatları en büyük dezavantajlarıdır.



Şekil 3. 3 Vidalı Kompresör Profilleri

3. 2. 3 Basınçlı Hava Sistemlerinde Dikkat Edilmesi Gereken Konular

Basınçlı havanın depolandığı hava tankları basınçlı havayı depo etmek, nisbeten ısınmış olan havayı soğutmak ve havanın içine karışmış olan su buharını ayırarak kullanılır. İçeride oluşan bu su, su boşaltma musluğundan belli zamanlarda alınmalıdır.

Basınçlı hava boruları çelik, galvaniz veya lastikten imal edilirler. İmalat hataları ve bağlantılarından kaynaklanan kaçaklar temel kayıplardır. İyi ve bakımlı şebekelerde bile kayıp oranı % 10-15' in altına düşmez. Kompresörün ihtiyacın üzerinde bir basınçta çalıştırılması basınç kayıplarını artırır. Kaçakları azaltmak için sabit borular kaynak yapılmalı, ekipman sayısı ihtiyaç kadar olmalı ve kullanılmayan kollar devre dışı bırakılmalıdır.

Pnömatik sistemlerde havanın borular içindeki ortalama akış hızı 6 m/sn ile 10 m/sn arasındadır. Borulardaki hava hızının 10-15 m/sn üzerine çıkmamasına dikkat edilmelidir. Yapılacak planlamalarda akış hızı ortalama 10 m/sn' nin altında tutulmalıdır. Akış hızı arttıkça basınçtaki düşme miktarı da artar. Boru bağlantıları, ek yerleri, boru kıvrımları hava akış hızının belirli noktalarda aşırı derecede yükselmesine yol açarlar. Ayrıca basınç yükselişi akış hızını artırır. Bu ise ekipmanlarda arızaya neden olur.

Basınçlı havanın üretim merkezinden kullanım alanına kadar olan süreçte oluşabilecek kayıplar önceden hesaplanarak sistem kurulmalıdır.

Basınç düşüşüne neden olan faktörler;

- Hava akış hızı
- Çalışma basıncı
- Hava miktarı
- Boru uzunluğu
- Boru iç yüzeylerinin pürüzlülük durumu
- Boru ve dirsek ek yerlerinin durumu, sayısı
- Uygun çapta boru veya hortum kullanılmaması

Uygulamada kompresörlerden tüketim noktasına kadar olan boru şebekesinde 1-1. 5 kg/cm² lik basınç düşüşleri, ekonomik sınır içerisinde kabul edilebilmektedir.

3. 3 Su Kaynakları ve Sistemleri

Mermer fabrika yeri seçiminde etkin olan temel faktörler içerisinde irdelenen su konusu, mermer işletmelerinin ekonomisi ve ürün kaliteleri açısından büyük önem taşımaktadır. Mermer işleme tesisleri max. 10 - 5 µ boyutlu, işlenen mermerden daha sert partiküller içermeyen ve uygun özelliklerde sürekli su kaynağına gereksinim duymaktadır. Genellikle kullanılmış suyun belli bir süreçten geçirildikten sonra sisteme geri verilmesi daha ekonomik olmaktadır. Ayrıca hiç bir ön arıtmadan geçmemiş suyun doğaya bırakılması

zararlı olmamakla beraber, olası çevreci tepkiler açısından önemlidir. Bu nedenlerden dolayı günümüzde bir çok tesis, atık sularını arıtma yoluna gitmektedir.

Tablo 3. 1 Mermer tesis atık sularındaki partiküllerin boyut dağılımı

Boyut μ	% Altında	Boyut	Aralığı	%
118, 4	100	---	---	---
54, 9	97, 2	1118, 4	54, 9	2, 8
33, 7	89, 6	54, 9	33, 7	7, 6
23, 7	79, 0	33, 7	23, 7	10, 6
17, 7	68, 6	23, 7	17, 7	10, 4
13, 6	59, 8	17, 7	13, 6	8, 8
10, 5	50, 1	13, 6	10, 5	9, 7
8, 2	40, 7	10, 5	8, 2	9, 4
6, 4	32, 4	8, 2	6, 4	8, 3
5, 0	24, 3	6, 4	5, 0	8, 0
3, 9	17, 3	5, 0	3, 9	7, 0
3, 0	12, 2	3, 9	3, 0	5, 1
2, 4	8, 0	3, 0	2, 4	4, 2
1, 9	5, 4	2, 4	1, 9	2, 5
1, 5	4, 1	1, 9	1, 5	1, 3
1, 2	3, 2	1, 5	1, 2	0, 9

İhtiyaçları olan suyu arıtma tesislerinden karşılayan mermer işleme tesislerinde, su içerisinde bulunabilecek partiküllerin boyutu ve % miktarı, özellikle cila ünitelerinin işlevi açısından önem kazanmaktadır. Sistemin takip edilmemesi veya gerekli temiz suyun makinalara verilmemesi durumunda cilalanmış yüzeylerde istenilmeyen çizilmeler oluşmaktadır. Genellikle cila ünitelerinin en son başlıklarında kullanılan abrasivlerin numaraları 800 grid, yani 18. 5 μ ' dur. Bu abrasiv grubunun oluşturabileceği partikül boyutu da genellikle 10 μ ' dan küçüktür. Arıtma işlemi sonrasında suyun tekrar verildiği tesislerde, söz konusu partiküllerin bir miktarı cila başlıklarına kadar ulaşabilmektedir.

Başlıklara ulaşan tanelerin, cilası yapılan mermerden daha sert -3 Mohs' dan fazla- olması durumunda, cilalanan yüzeylerde çizikler oluşabilmektedir. Başlıklara ulaşan partiküllerin $< 5 - 10 \mu$ ve daha sert olmaması durumunda, parlatılmış yüzeylerde bu yönde herhangi bir sorun oluşmamaktadır.

Mermer işleme tesislerinde kullanılan arıtma sistemleri;

- Ardışık havuzlar yöntemi,
- Sedimentasyon / flokülasyon yöntemi,
- Hidrosiklonlar.

3. 3. 1 Ardışık Havuzlar Yöntemi

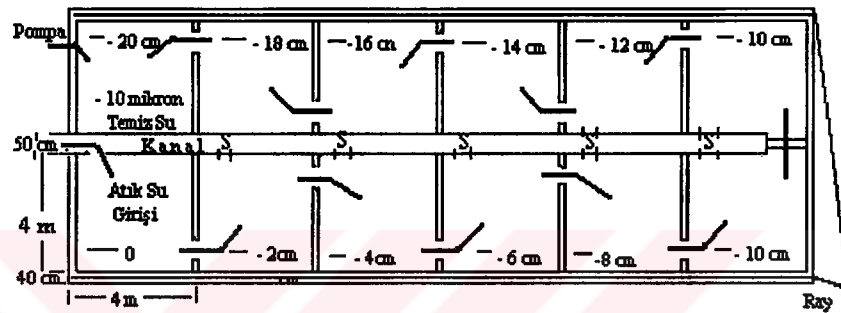
Bu yöntemde tesislerden gelen atık su, birbirine ardışık olarak bağlantılı havuzlara verilir. Atık su içerisindeki partiküller graviteye bağlı olarak havuzlarda toplanır. İyi planlanmış havuzlar grubunun en son gözünden -10 μ tanecik içerikli su elde edilebilir. Rahatlıkla cila işlemlerinde kullanılabilir özelliklere sahip, tanecik boyutu belli bir sınırın altına düşürülmüş ve fiziksel arıtma işlemi uygulanmış bu su, pompa veya pompalar ile sisteme geri verilir.

Sistemin başarısı, yapılacak numerik analizlere ve sonrasındaki projelendirmeye bağlıdır. Tesiste bulunan makinaların tipi ve kapasiteleri, yıl içerisindeki ortalama kullanım saatleri, ağırlıklı olarak kesilecek mermerin jeolojik ve fiziksel özellikleri, havuzların fabrikaya olan uzaklıkları, belirli aralıklarla havuzlara takviye yapılacak suyun kaynağı ve miktarı ile son gözden zaman zaman bırakılacak suyun verileceği noktanın özellikleri, havuzlar yöntemi ile yapılacak arıtmanın projelendirmesi safhasında önemlidir. Ayrıca havuza gelen suyun taşındığı kanalların eğimi ile bu kanal hattı üzerinde yer alacak sistematik havuzcukların boyutları ve sayısı, suyun arıtılmasında önemli rol oynar.

Orta ölçekli bir tesisin (60 m³/h kapasiteli) ihtiyacı olan havuzların sahip olaması gereken ve tavsiye edilen teknik özellikleri, 4 m x 4 m x 4 m ebatlarında oniki adet gözdür. Suyu taşıyacak kanalın maksimum % 0. 5 eğimle en az 50 m' lik bir uzunluğa

sahip olması ve kanallar üzerinde en az üç tane 0.5 m x 0.5 m x 0.5 m boyutlarında havuzcukların olması sistemin başarısında önemlidir.

Havuzlar yöntemi ile atık suyun arıtılması sisteminde gözlerin çabuk dolması ve bunların boşaltılması için tesisin durdurulmasının gerekliliği en önemli dezavantajlardır. Ancak projelendirme aşamasında yapılacak küçük çalışmalarla bu problemler en aza indirilebilir. İlk yatırım maliyetlerinin ve işletme giderlerinin düşüklüğü sistemin avantajlarıdır.



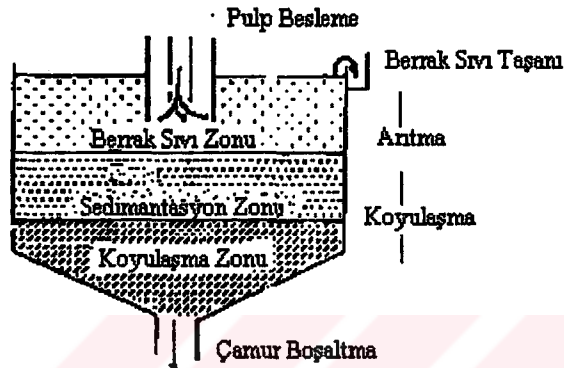
**Şekil 3. 4 DEÜ Torbalı Meslek Yüksekokulu Uygulama Mermer Fabrikası
Çöktürme Havuzları**

3. 3. 2 Sedimentasyon (Flokülasyon) Yöntemi

Mermer tesislerinde uygulanan sedimentasyon işlemi sırasında su içerisinde askıda bulunan partiküller yer çekimi etkisiyle çöker. Çökme sonucu berrak su ile çökelti ayrı ayrı alınır. Bu işlemler dizisi hiçbir kesintiye uğramadan sürekli olarak devam eder. Yöntemin temel prensibi, mümkün olduğunca susuzlaştırılmış katı atık ile içerisinde yeniden kullanımda özellikle de cila aşamasında herhangi bir sorun oluşturacak boyut ve miktara sahip partikül içermeyen suyun geri kazanılmasıdır.

Sedimentasyon yoluyla yapılan katı-sıvı ayırma işlemlerinde, sistem içerisinde belirli ayırma zonları oluşur (Şekil 3. 5). Tikinin merkezinden beslenen pulbun yoğunluğu, arıtılmış berrak suyun yoğunluğundan fazla olduğu için partiküller ilk aşamada sedimentasyon zonunun üst seviyesine kadar çöker. Buradan sonra dışa dönük radyal bir

akıntı yardımıyla tank içerisine doğru dağılırlar ve sedimentasyon zonunun başlangıcında partiküller suyun direnç kuvvetine karşı koyarak çökmeye başlar. Bu zondaki partiküller, pulbun katı konsantrasyonuna bağlı olarak belirli bir hızda hareket ederek çöker. Bu çökme işlemi yüksek katı konsantrasyonlarında kendiliğinden, düşük katı konsantrasyonlarında ise çöktürücü reaktifler (flokülantlar) kullanılarak gerçekleştirilir.



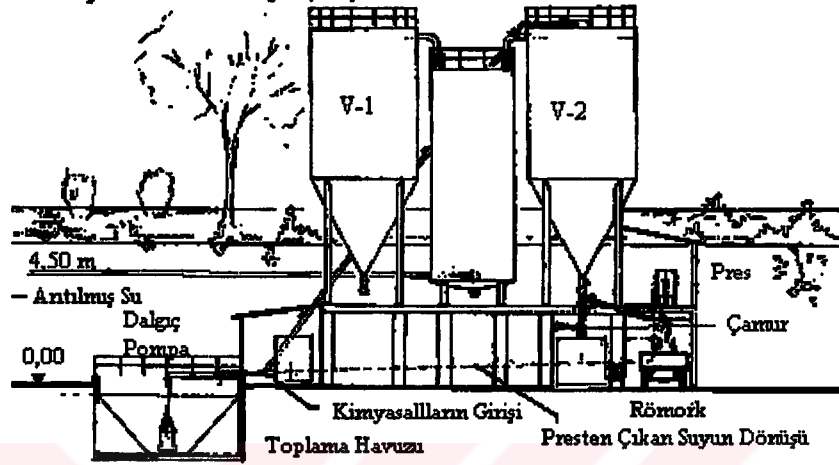
Şekil 3. 5 Şlam Çökme Zonları

Sedimentasyon zonunun hemen altında bulunan koyulaşma zonunda ise salkımlar ve partiküllerin yapısında bulunan karşılıklı etkileşimler yenilerek çökmenin, yani koyulaşmanın devamı sağlanır. Tam bir koyulaşma sağlamak için bu zondaki kuvvetlerin dışarıdan bir kuvvet uygulayarak yenilmesi gerekir. Prosesin devamı, partiküllerin üst üste yığılarak katmanlaşması ve statik bir yük oluşturarak tabandaki çökelim sırasında, şlamı boşaltma oluşuna taşıyacak şekilde dizayn edilmiş taracların tikininde yavaş yavaş dönmesiyle sağlanır.

Sedimentasyon ile susuzlaştırma sisteminin temeli, salkımlaşma yoluyla çökmeyi hızlandırıcı kimyasal çöktürücüler, flokülantlardır. Flokülantlar prosesin süresini kısalttığı için hem tam kapasitede bir çalışma ve hem de daha berrak bir su eldesi sağlamaktadır.

Çoğunlukla günümüzde çöktürücü kimyasallar olarak sentetik makromoleküler özelliğe sahip polimerler kullanılmaktadır. Bu kimyasallarla hazırlanan çözelti, çöktürülecek katının özelliklerine bağlı olarak belirli dozajlarda tikinere farklı noktalardan

ilave edilir. Tikinere beslenen pulbun katı oranı ve yardımcı çöktürücü kimyasalın sisteme ilave edilip edilmemiş olması, sedimentasyon sürecini önemli ölçüde etkilemektedir.



Şekil 3. 6 Sedimentasyon Sistemi İle Atık Su Arıtma Yöntemi

Günümüzde kullanılan bu tür arıtma sistemlerinde tikinlerden taşan su, sisteme geri verilmeden ikinci bir dinlendirme tankına alınır. Buradan sisteme geri verilirken çöken katı oranı yüksek, katı-sıvı çözeltisi, tikinerin altından alınarak filtreli prese verilir. Buradan katı - sıvı ayrımı tamamen sağlanabilmekte ve katı tanecikler kek halinde alınabilmektedir.

Sisteme gelen mermer partiküllerinin cinsi, proste kullanılan flokülant türünün ve miktarının belirlenmesi ile ortam pH' nın değişiminde etkili olmaktadır. Sistem sürekli bir teknik personel tarafından gözetim altında bulundurulmalıdır. Uygun ortamın sağlanamaması, yanlış tür ve miktarda flokülant seçimi sistemi başarısız kılmaktadır. Ayrıca sistemin çok yüksek oranda ilk yatırım, bakım ve onarım maliyetlerine gereksinim duyması en önemli dezavantajlarıdır.

3. 3. 3 Hidrosiklonlarla Ayırma - Sınıflandırma Yöntemi

Hidrosiklonlar, sürekli çalışan ve tanelerin çökme hızını artıran santrifüj kuvvetlerinin kullandığı klasifikasyon araçlarıdır. Cevher hazırlama tesisleri, ince tane ayırımlarında

klasifikatör olarak çoğunlukla hidrosiklonlardan yararlanmaktadır. Gittikçe artan bir oranda kapalı devre öğütme sistemlerinde kullanılmaktadır. Şlam ve ince kum uzaklaştırma ile koyulaştırma gibi bir çok alanda yararlanılmaktadır.

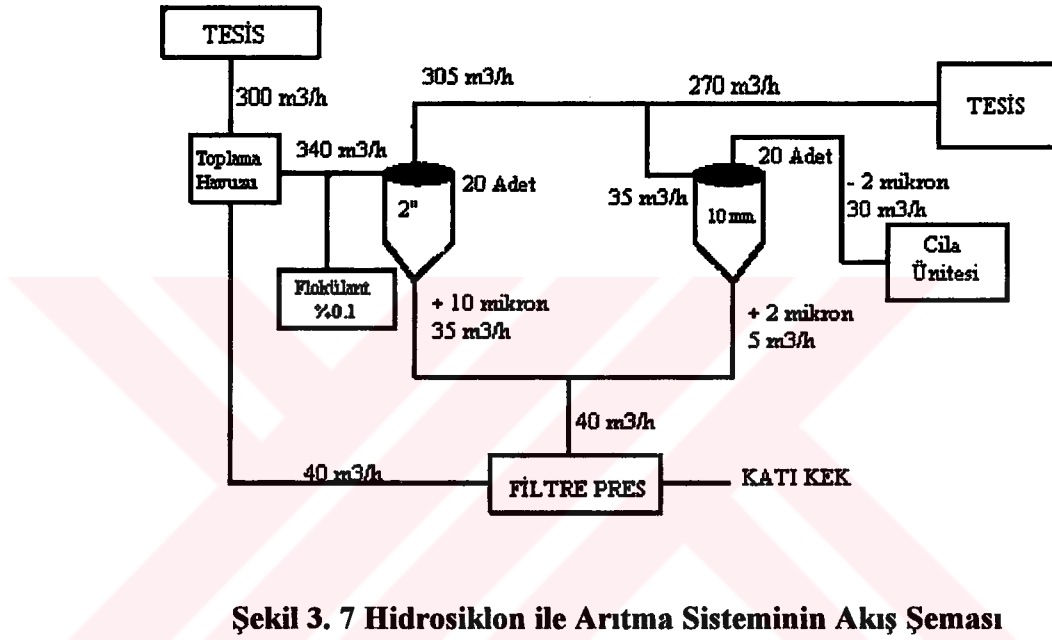
Tipik bir hidrosiklon teğet besleme girişi ve silindirik bölüme ilave edilmiş, doruk (alt akım çıkışı) kısmında açıklığı olan konik görünümlü bir araçtır. Silindirik bölümün üst kısmından düşey olarak monte edilmiş üst akım borusu bir plaka ile kapatılmıştır. Söz konusu boru, siklon gövdesinin içerisine doğru uzanmakta olup beslenen pulbun doğrudan üst akıma karışmasını önler. Pulp, girdap hareketi kazanacak şekilde yüksek basınç altında beslenir. Bu sırada düşey eksen boyunca düşük basınç zonu ile birlikte siklon içerisinde girdap hareketi ve eksen boyunca alt çıkış açıklığından dışarı ile irtibatlı hava sütunu oluşur.

Hidrosiklon hareketinin klasik teorisi, akım modelinde yer alan tanelerin merkez kaç ve merkezciil kuvvetlere maruz kalmasıdır. Santrifüj kuvveti, malzemenin tane büyüklüğüne ve özgül ağırlığına göre ayrılan tanelerin çökme hızını artırır. Hızla çökelen taneler, hızın en düşük olduğu siklon duvarına doğru hareket eder ve oradan da alt çıkışa gider. Merkezciil kuvvetin etkisi ile daha yavaş çöken taneler, eksen boyunca uzanan düşük basınç zonuna doğru hareket eder ve üst akıma gitmek üzere yukarı çıkış borusuna taşınır.

Aşağıya doğru olan akım dış bölgesi ve yukarı doğru olan akımın iç bölgesi, düşey hızın olmadığı bir ortam oluşturur. Böylece siklon gövdesi boyunca sıfır düşey hız zarfı oluşur.

Daha büyük olan merkez kaç kuvveti tarafından sıfır düşey hız zarfına doğru fırlatılan taneler, alt akım yoluyla ayrılırken daha büyük olan merkezciil kuvvet tarafından merkeze sürüklenen diğer taneler, üst akım içerisinde kalır. Sıfır hız zarfı üzerinde uzanan taneler, merkez kaç ve merkezciil kuvvetlerin eşit olduğu bir kuvvete maruz kalıp alt akıma veya üst akıma katılırlar.

Az yer kaplamaları ve daha az enerji tüketmeleri siklonların avantajlarıdır. Daha iri ayırma yapmakla beraber genellikle 5 - 150 μ arasındaki sınıflandırmalarda kullanılırlar. Diğer taraftan teknolojinin gelişimiyle hidrosiklonların ayırma sınırı 2 μ ' a kadar inmiştir. Bu grub makinalara 50 psi basınç altında, 100 μ tane boyutuna sahip karışımlar beslenip alt akımdan 2 μ ' dan iri taneler, üst akımdan 2 μ ' dan ince taneler alınabilir.



Şekil 3. 7 Hidrosiklon ile Arıtma Sisteminin Akış Şeması

3. 3. 4 Su Kaynakları ve Sistemlerinin Ekonomik Olarak Karşılaştırılması

Mermer tesislerinde bulunan arıtma sistemleri yatırım, enerji, işletme maliyetleri dikkate alındığında (Tablo 3. 2) sedimantasyon tesislerinin oldukça pahalı oldukları görülür. Ardışık havuzlar ise en düşük yatırım maliyetine sahiptir. Enerji ve işletme maliyetleri ise sedimantasyon tesislerinde oldukça fazla iken ardışık havuzlarda ve hidrosiklonlarda daha azdır. Kapasiteleri dikkate alındığında ise sedimantasyon tesislerine oranla birim maliyetler ardışık havuzlarda 1/3, hidrosiklonlarda ise 1/2 daha ucuzdur. Diğer taraftan ortalama ayırma sınırı yaklaşık ardışık havuzlarda 10 μ , sedimantasyon tesislerinde 7. 5 μ ve hidrosiklonlarda 3 μ ' dur. Bu değerler dikkate alındığında teorik ayırma verimlilikleri ardışık havuzlarda % 30, sedimantasyon tesislerinde % 64 ve hidrosiklonlarda % 88 olarak ortaya çıkar.

Bu veriler, hidrosiklonların daha üstün bir ayırma verimi ile daha ekonomik bir arıtma sağlayabileceği sonucunu doğurur. Ancak ülkemiz genelinde mermer sektörü içerisinde hidrosiklonlar henüz kullanım alanı bulamamışlardır. Bu sistemler için gerekli yerleşim alanları karşılaştırıldığında, ardışık havuzlar ile sedimentasyon tesisleri aynı alanı kaplarken hidrosiklonlar yaklaşık % 38 daha az yer kaplamaktadır.

Tablo 3. 2 Arıtma sistemlerinin ekonomik olarak karşılaştırılması

Tesis Türü	Yatırım TL	Enerji Gideri TL/yıl	İşletme Gideri TL/yıl	Birim Maliyet TL/m ³	% Verim Oranı
Ardışık H.	2 700 000 000	1 012 500 000	405 000 000	0, 010	30
Sedimantas.	16 875 000 000	1 620 000 000	675 000 000	0, 029	64
Hidrosiklon.	4 725 000 000	1 282 500 000	575 000 000	0, 014	88

1 \$ = 135 000 TL (Mayıs, 1997)

3. 4 Nakliye Sistemleri

Mermer işleme tesislerinde her türlü malzemenin (blok, ürün, ekipman ve diğerleri) nakliyatında en önemli ve kullanımı en yaygın araçlar vinçlerdir. Ocaktan gelen blokların indirilmesi, stoklanması ve kesici makinaların arabalarına yerleştirilmesinde dış vinçten (portal) yararlanılır. Ürünlerin kamyonlara yüklenmesinde de en önemli araçlar iç ve dış vinçlerdir. Sandıklanmamış plakaların taşınmasında ise tek nakliye aracı vinçlerdir. Her ne kadar basit el arabaları plakaların taşınmasında kullanılıyor olsalar da bu güvenli bir taşıma şekli değildir.

İç vinçlerin kapasitesi 3-5 ton arasında değişmektedir. İdeal olanı 5 ton' dur. Vinçlerin her türlü hareketleri çift devirlidir. Genellikle dış vinçlerde kaldırma hızları maliyetleri ve işlevleri nedeniyle tek devirli tercih edilmektedir. Diğer fonksiyonları iç vinçlerle benzer özellik gösterir. Dış vinçlerin 10 - 11 m³ lük blokları rahatlıkla kaldırabilecek güçte olması

istenir. Ayrıca küçük ağırlıkları kaldırabilecek ayrı bir mekanizmanın dış vinçlerde bulunması istenir. 30 ton + 3 ton (tali) kapasiteli olan dış vinçlerde tercih edilmektedir.

Vinçler, bir elektrik motoru tarafından kontrol edilen ve kedi olarak adlandırılan ve bu sistem içerisindeki tamburun halatı sarması veya bırakması esasına dayanır. Halatın ucunda bulunan kanca ve bu kancalara takılan kaldırma halatlarının yardımıyla malzeme veya sandıklar istenilen yere taşınır. Plakalar, vince halat yerine kaptırma takılarak taşınır. En önemli dezavantajları taşıma mesafelerinin sınırlılığıdır.

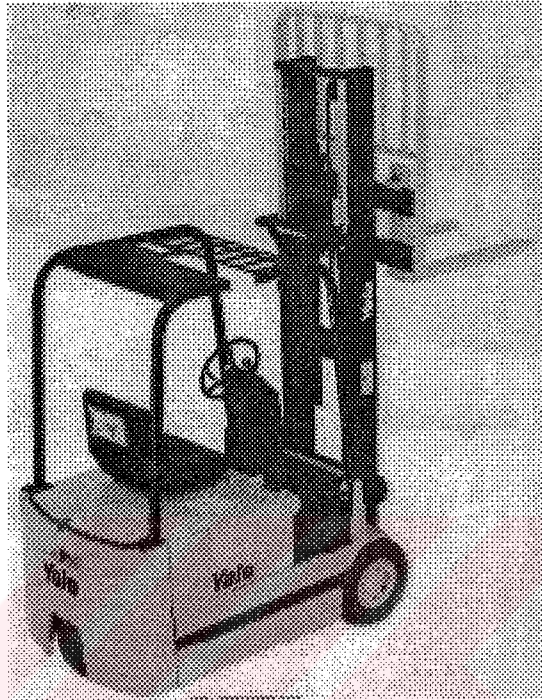
Kedi, köprü adı verilen bir platform üzerindedir. Sağ-sol ve aşağı-yukarı hareketler kedi ile kontrol edilir. İleri-geri hareketler köprü tarafından yerine getirilir. Köprünün hareketi, her bir köşesinde bulunan tekerler ve bu tekerlerin ray üzerinde gelip-gitmesi ile sağlanır. Dört tekerden karşılıklı en az iki tarafında bulunan yürüyüş motorları, hareket için gerekli tahriği verir. Kedilerin hareketinde de benzer sistemler kullanılır. Ancak yürüyüş takımları tek motorla kontrol edilir.

Vinçlerde tüm bu hareketler, platformdan sarkan bir el kumandası ile sağlanır. Mermer işleme tesislerinde bulunan vinçlerde uzaktan kumanda sistemleri kullanılabiliyorsa da, bu makinalar iş ve işçi sağlığı güvenliği nedenleriyle yok denecek kadar azdır.

Mermer fabrikalarında vinçlerden sonra taşımacılıkta kullanılan en önemli nakliye araçları forkliftlerdir. Paketlenmiş ve sandıklanmış ürünlerin taşınmasında ve yüklemelerinde tercih edilirler. Vinçlerde söz konusu olan ve özellikle işlenmiş ürünlerde zayıflara neden olabilen ani hareket ve salınım yapmaları, forkliftler için söz konusu değildir. Yürüyüş yollarının yeterli koşullara sahip olması durumunda, istenilen mesafeye kadar taşıma işlevlerini yerine getirirler. Malzemenin yüklenmesi ve indirilmesi işleri, diğer taşıma araçlarına oranla daha kolay ve itina ile yapılır. Pratikler; tek bir kişi yani sadece operatör ile tüm taşıma ve yükleme işlemleri rahatlıkla yapılabilir.

Forkliftlerin kaldırma yüksekliklerinin ve iletim yeteneklerinin sınırlı olması, manevra kabiliyetlerinin yetersiz olması en büyük dezavantajlarıdır. Zemin koşullarına duyarlıdır. Elektrikli olanları varsa da kapasitelerinin düşük olması nedeniyle mermer işletmeleri

tarafından tercih edilmemektedir. Mermer fabrikalarında kullanılan forkliftler, asgari 3 ton ağırlığı en az 3 m yüksekliğe kadar kaldırabilmelidir.



Şekil 3. 8 Forklift

Daha çok küçük tesislerde ve atölyelerde taşıma işlemlerinde yaygın olarak kullanılan nakliye araçları, basit el arabalarıdır. Teker görevi gören iki tane rulman üzerinde bulunan ve yaklaşık 50 cm uzunluğunda, 10 cm genişliğinde ahşap bir parçadan oluşan arabalar, plaka nakliyesinde kullanılır. Bu araçlar ön (tekersiz) tarafta bulunan kanca yardımıyla en az bir kişi tarafından çekilirler. En az bir kişi de arka tarafından plakayı tutarak devrilmesini önler; taşımaya yardım eder. Plakaların yerinden arabaya ve arabadan zemine yerleştirilmeleri, tek seferde sadece bir plakanın taşınmasına izin vermeleri, taşımada en az iki kişiye gereksinim duyulması, zaman alıcı olmaları bu grub araçların dezavantajlarıdır. İş ve işçi sağlığı açısından da risk oranları yüksektir.

Orta ve daha büyük ölçekli mermer işleme tesislerinde özellikle striplerin taşınması lastik tekerlekli vagonlar (el arabaları) kullanılmaktadır. Bunlar üç tarafı açık ve çekilen tarafta kapaklı oldukları gibi, ortasından bölmeli ve bölmeye doğru meyilli bir platformdan da oluşabilir. Orta bölmeli el arabalarında zeminleri eğimli oldukları için striplerin

yerleştirilmeleri, taşınmaları ve çekilmeleri daha kolaydır; daha az enerjiye gereksinim duyarlar.



BÖLÜM. IV

PRATİKTE MERMER İŞLEME TESİSLERİNDE KARŞILAŞILAN FABRİKA MODELLERİNİN TEKNİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

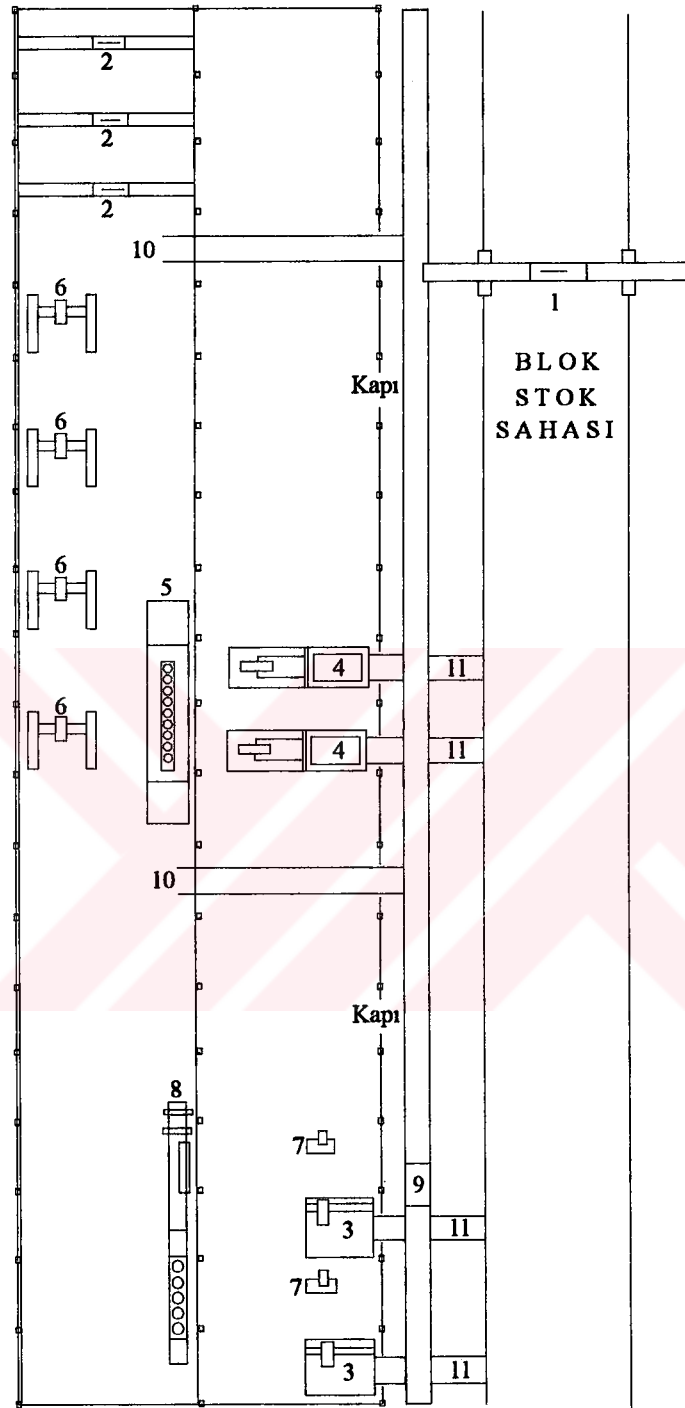
Mermer işleme tesislerinde uygulanan yerleşim modelleri ve makina parkları, çoğunlukla birbirine benzer özellikler taşımaktadır. Fakat temelde bu modeller bazı farklılıklara sahiptirler. Genel olarak ülkemizde ve dünyada uygulanan mermer fabrika modelleri;

- Grub Modeller,
- Katrak Bölümü Ayrı Modeller,
- Kompleks Modeller,

olarak grublandırmak mümkündür. Aşağıda bu modeller ayrı ayrı ele alınarak tartışılacaktır.

4. 1 Grub Modeller Hakkında Genel Bilgiler

Bu modellerde blok kesme ve işleme üniteleri ayrı bölümlerde yer almaktadır. Bölümler arası duvarlarla tecrit edildiği gibi Şekil 4. 1' deki gibi açık da olabilmektedir. Grub modellerde, kesim ve işleme makinalarının durumuna benzer olarak S/T ve katraklar ile fayans ve plaka hattı da mümkün olduğunca birbirlerinden mesafeli bulunmaktadır. İş akışının kolaylığı ve zaman açısından fayans hattı S/T veya S/Tlere, plaka hattı da katrak veya katraklara yakın ve/veya ilişkili alanlarda bulunmaktadır.



Kolon Aralıkları : 6 m
 Fabrika Genişliği : 30 m
 Blok Stok Sahası
 Genişliği : 12 m
 Uzunluğu : 120 m

- 1 : Dış Vinç
- 2 : İç Vinç
- 3 : S/T
- 4 : Katrak
- 5 : Geniş Bant Cila
- 6 : Köprü Kesme
- 7 : Baş Kesme
- 8 : Fayans Hattı
- 9 : Transfer Arabası
- 10 : Raylar
- 11 : Blok Hazırlık Platformu

ÖLÇEKSİZ

Model. A : Mermer Fabrikası Yerleşim Planı (Terzago - 1983)

Şekil 4. 1 Model. A

Grub modellerin en önemli tercih sebepleri;

- I. Rahat ve bağımsız çalışma alanlarının varlığı,
- II. Fabrika içi özellikle cilalı ürünler için istenmeyen toz ve çamur sirkülasyonunu en aza indirmek,
- III. Gürültünün insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini mümkün olduğunca düşürmek, çıkan seslerden makinaları daha rahat kontrol edebilmek, olarak saymak mümkündür.

4. 1. 1 Grub Modellere Örnek, Model. A' yı Oluşturan Temel Kriterler ve Düşünce Tarzı

Model. A, İtalyan bir şirket tarafından yerli bir firma için 1983 yılında yapılmıştır. Şekil 4. 1' de yer alan planlama, tipik bir grub model örneğidir. Söz konusu tesis, geniş bir yerleşim alanına sahiptir (3 600 m²). Planlanan kapalı alanın, fabrika içerisinde çalışma ve ürün stok alanı için yeterli olduğu görülmektedir. Fayans ve katrak hatları bulunan tesiste bölümler arası açıktır.

S/Tler ve katraklar oldukça mesafeli yerleştirilmiştir. Böylelikle başta vibrasyon, gürültü ve kesim sırasında oluşan partikül yoğunluğu düşürülmeye çalışılmıştır. Buna karşılık fayans ve plaka hatları, ilgili kesim makinalarına yakın tutularak zaman kazanımı ve kontrol yeteneği arttırılmaya çalışılmıştır.

Proje aşamasında Model. A' yı esas alan bu tesiste, kesim makinalarına bağlı işleme hatlarında yeterli makinaların, hatta plaka hattında ve vinçlerde fazlalıkların olduğu görülmektedir. Blokların ve plakaların içeriye alınmasında transfer arabalı sistem düşünülmüştür. Transfer hattı ve blok stok sahası tüm fabrika boyunca devam etmektedir.

4. 1. 2 Model. A' nın Teknik Değerlendirilmesi

Projede ilk göze çarpan olay, makina parkındaki dengesizliktir. Ekonomik olmaktan uzak bir görünüm sergileyen makina parkında özellikle köprü kesmelerin fazlalığı dikkat çekmektedir. Günümüzde altmış lamaya kadar olan iki katrak için bir köprü kesme tavsiye

edilmektedir. Bu uzunlukta ve belirli alanlarda yoğunluk kazanmış bölümlere sahip olan bir fabrika için iki tane iç vinç de yeterli olabilecektir. Türkiye gerçekleri göz önüne alındığında katraklık blokların üretiminde karşılaşılan sıkıntılar nedeniyle, bu işletme için katraklardan bir tanesinin fazla olduğu söylenebilir. Blok sıkıntısına rağmen büyük kapasiteli iki katrağın konması; işletmenin plaka ağırlıklı çalışacağı izlemine veriyor. Ayrıca köprü kesme sayısının fazlalığı ve fayans hattı grubunda -verilen projede- bazı makinaların olmayışı bu düşünceyi destekliyor.

Projenin yapılış tarihi dikkate alındığında söz konusu tarih, mermerin 3213 sayılı Maden kanunu kapsamına alınması için uğraş verilen ve Türk Mermerciliği' nin taşcılıktan kurtulup maden sanayi anlayışı içerisinde kıpırdanışların olduğu yıllara rastlamaktadır. Bu nedenle ilgili yurt dışı firmasının ve yerli firmanın hareket noktalarının bu heyecan içerisinde gerçekleşmiş olduğu düşünülebilir.

Projede eksikliği düşünülen en büyük konu, yönetim binasının fabrika binası ile entegre edilmemiş olmasıdır. Fabrika uzunluğunun da yüksek olması nedeniyle işletmenin kontrolünde böyle bir planlamada idari ve teknik sorunlar yaşanabilecektir. Başka bir sorun da vincin çalışma alanının fabrikanın sadece bir bölümü ile sınırlandırılmış olmasıdır. Bu projede iç vinçler, kesim makinalarının (S/T ve katrak) bulunduğu bölüme hizmet veremeyecektir.

Stok sahasının dar ve uzun olması, dış vincin saha içerisindeki hareket kabiliyetini sınırlamaktadır. Vinç ayaklarının katraklardan sonraki ilk kapıda bırakılması, buna karşılık genişliğin 18-20 m²' lere çekilmesi her türlü çalışmayı daha pratik hale getirebilecek ve üretimi daha ekonomik kılacaktır. Dolayısıyla transfer arabasının işleyişine izin veren raylar da bu kapıya çekilecektir. En son bölümdeki ilk kolonlar arasından karşılıklı verilecek bir kapı ile de kamyon, tır gibi araçların fabrika içerisinde yüklemelere veya boşaltmalara imkan verilecektir. Bu bölümde açılacak karşılıklı iki kapı, özellikle tır ve diğer grub nakliye araçların hareket kabiliyetini kolaylaştıracaktır. Ancak transfer arabasının vinç ayaklarına paralel olarak gittiği dikkate alınırsa; her ne kadar transfer arabası ileriye dönük olarak genişleme çalışmalarında kesim makinalarına göre düşünülmüş olsa bile, projeye göre nakliye araçlarının fabrika içerisine girmeleri mümkün

görünmemektedir. Vinç ayak aralığının kısalığı, buna rağmen portala ait köprünün blok hazırlık platformlarını da geçerek transfer arabasına kadar ulaşması, bazı statik problemlere neden olabilecektir. Bu problemin çözümü için gerekli maliyet, vinç ayak aralığının açılması ile doğacak köprü maliyetine denk olacaktır.

Fabrikanın sağ tarafında hiçbir kapının bulunmayışı, bu kadar uzun bir yapıda büyük bir eksiklikler. İşletmelerde ürün stok sahası, genellikle blok stok sahasının bulunmadığı fabrikanın diğer tarafında oluşturulmaktadır. Blok ve işlenmiş ürünün ayrılması açısından bu durum, pratik ve alışılabilir bir planlamadır. Sağ-yan taraftan verilecek kapı/kapılar ile işlenmiş veya yarı işlenmiş ürünlerin stok sahasına naklieleri kolaylaşacaktır. Bununla birlikte kapılar havalandırma açısından önemlidir. İyi planlanmış kapı, pencere ve bacalar fabrika içerisinde oluşan toz ve partikül sirkülasyonu en aza indirilebilir. Burada işletmenin stok sahası için yeterli arsa alanına sahip olmadığı düşünülebilir. Ancak bu kadar uzun bir fabrikanın sağ duvarında fayans hattı ve geniş bant cilaya karşılık gelen bölümlerde kapı verilmesi uygun olacaktır. Projede, geniş bant cilanın karşısındaki bölümde bir kapının ilk köprü kesmeden sonra bırakılması iş akışı açısından önemlidir.

Mermer fabrikalarının akım şemalarının oluşturulmasında, geniş bant cilanın köprü kesmeden sonra yer alması önemlidir. Söz konusu projede diğer bir dezavantaj da, işleyişte geniş bant cilanın köprü kesmenin önünde yer alma gerekliliğidir. Daha önceki konularda da belirtildiği üzere, plakaların katraktan hemen sonra geniş bant cilaya verilmesi durumunda; özellikle köşelendirilmemiş ve/veya konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş plakaların cilalanması sırasında abradivlerin parçalanması ya da gereğinden fazla bir bölümün cila sınırları dışında bırakılması söz konusudur. Ayrıca plakada kalan cilalanmamış bölümler taşıma sırasında ek bir yük oluşturmaktadır. Bu tür plakaların köprü kesmede kesimleri normalin dışında bir dikkat gerekmektedir. Cilalanmış ve cilalanmamış bölümler net ayırt edilerek en az kayıpla kesim işlemi gerçekleştirilmelidir. Bu tür plakaların köşelendirilmesinde çok az da olsa bir miktar cilalanmış mermer kesilerek atılmaktadır. Bununla birlikte cilalanmış yüzeylerin kesilmesinde kenar çatlama olasılığı, cilalanmamış yüzeylere oranlara daha yüksektir.

Yukarıda belirtilen olumsuzluklara rağmen fabrika yerleşimi içerisinde makinaların grublandırılması; fayans hattının S/T' lere, geniş bant cılanın ve köprü kesmelerin katraklara yakın olması, iş akışını ve fabrikada grub içi kontrolleri kolaylaştırmaktadır. Bu planlama içerisinde toz sorunu da minimize edilmiştir. Söz konusu projede fabrika yüksekliği, çatının yapısı ve teknik özellikleri verilmemiş olmakla beraber, fayans hattı ve geniş bant cılanın kendi grupları dışındaki kesim makinalarından uzak olması, tozdan cılanmış ürünlerin mümkün olan en alt seviyede etkilenmesini sağlayacaktır. Enerji, su ve basınçlı hava şebekelerinin dağıtımı ve kontrolü de böyle bir planlamada daha kolay sağlanabilir.

Projede, fabrikanın ileriye dönük makina parkının genişlemesinde bir sorun görünmemektedir. Fabrikanın boş görünen baş tarafı genişleme alanı olarak planlanmış olabilir. Bu nedenle transfer arabası için gerekli raylar ve dış vinç rayları fabrikanın diğer başına kadar devam ettirilmiş olabilir.

Fabrika yerleşim planı içerisinde makina gruplarının çevresinde bulunan boş alanlar, fabrika içi çalışmayı rahatlatmaktadır. Söz konusu boş alanlar paketleme, sandıklama ve depolama alanı olarak kullanılabilir.

Sonuç olarak söz konusu proje;

- Fabrika uzunluğunun fazlalığı,
- Gereksiz bazı makinaların bulunması,
- Stok sahasının uzun ve dar olması,
- Yönetim binasının fabrika binasına entegre edilmemiş olması,
- Katrak sonrası önceliğin köprü kesme yerine geniş bant cilaya verilmesi,

gibi nedenlerden dolayı ekonomik ve pratik görünmemektedir.

4. 2 Katrak Bölümü Ayrı Modeller Hakkında Genel Bilgiler

İsminden de anlaşılacağı üzere bu modellerde katrak veya katraklar, diğer kesme ve işleme ünitelerinden ayrı binalarda yer almaktadır (Şekil 4. 2). Blokların fabrikaya girişleri doğrudan olabildiği gibi bu iş için transfer arabalı sistemler de kullanılabilir. Transfer arabası hem katrağa hem de S/Tye hizmet verebilir ya da her iki grub için ayrı transfer sistemi kullanılabilir. Benzer olarak büyük ölçekli fabrikalar her iki blok kesim makinası/makinaları için ayrı stok sahası düzenleyebilmektedir.

Bu modelin tercih edilmesindeki en önemli faktör, özellikle kollu katraklarda söz konusu olan yerleşim alanının genişliği ve bunun neden olduğu sıkıntılı çalışma ortamı ile su, çamur ve toz partiküllerinin yoğunluğunu başka bir mekana taşımaktır. Ayrıca kollu katrakların araba hareketli katraklara göre daha fazla bir gürültüyle çalışması, bu grub makinalara sahip firmaların model tercihlerinde etkili olmaktadır.

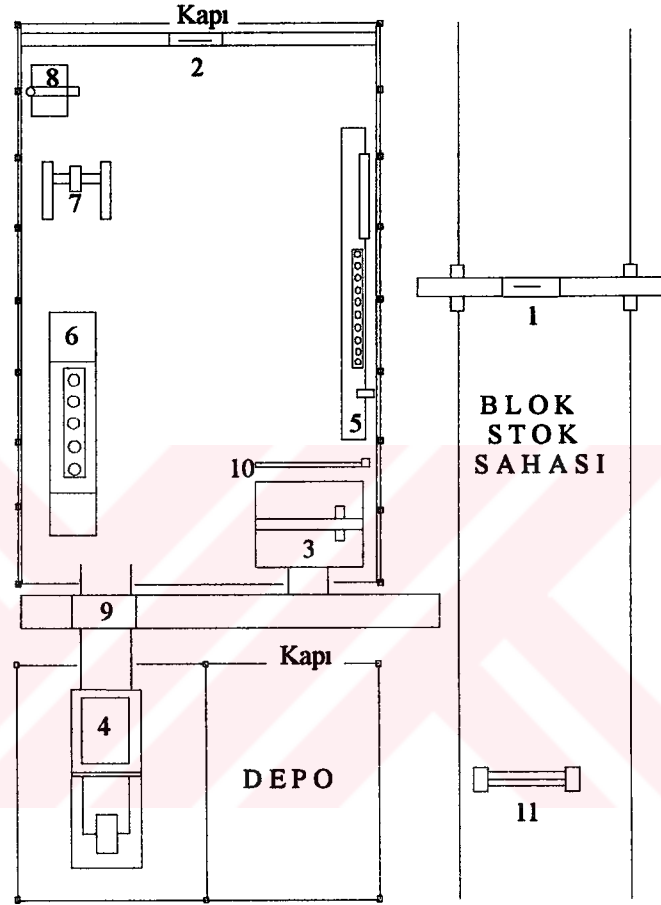
Genel olarak; katrak bölümü ayrı modellerde daha rahat bir çalışma ortamı amaçlanmaktadır.

4. 2. 1 Katrak Bölümü Ayrı Modellere Örnek, Model. B' yi Oluşturan Temel Kriterler ve Düşünce Tarzı

Birinci modelde olduğu gibi Model. B de İtalyan mermer makinaları üreticisi firma tarafından yerli bir mermer şirketi için 1984 yılında projelendirilmiştir. Diğer bazı yabancı firmalar da ülkemizde benzer modelleri uygulamışlardır. Şekil 4. 2' deki planlama ile katrağın neden olduğu gürültü, toz, vibrasyon gibi olumsuzlukların başta çalışanlar olmak üzere ürün kalitesi ve makinalar üzerindeki istenmeyen etkilerinin azaltılması düşünülmüş olabilir.

Söz konusu tesiste kesim makinaları için ortak bir transfer hattı planlanmıştır. Son yıllarda kullanımlarından tamamen vazgeçilen monolama ile daha çok atölyelerde bulunan klasik silim makinası Model. B' de yer almaktadır. Bununla birlikte S/Tlerde görülen teknolojik

gelişmeye paralel olarak kullanımlarından vazgeçilen S/T pergel vinci de bu planlamada yer almıştır.



Model. B : Mermer Fabrikası Yerleşim Planı (F. İli Zambon - 1984)

Katrak Binası

Genişliği : 18 m

Uzunluğu : 18 m

Fabrika Genişliği : 18 m

Kolon Aralıkları : 6 m

Blok Stok Sahası Uzunluğu : 76 m

1 : Dış Vinç

2 : İç Vinç

3 : S/T

4 : Katrak

5 : Fayans Hattı

6 : Geniş Bant Cila

7 : Köprü Kesme

8 : Klasik Silme (Lap Lap)

9 : Transfer Arabası

10 : Pergel Vinç

11 : Monolama

Şekil 4. 2 Model. B

Model. B' de kapalı alanın üretimde tamamen kullanılması ve komple fayans hattının bir S/T ile beraber çalışması ön görülmüştür. Ayrıca tesis bir plaka hattına sahiptir.

4. 2. 2 Model. B' nin Teknik Değerlendirilmesi

Katrak bölümü ayrı modellerde, yukarıda anlatılan bazı avantajların yanında işletmenin ve üretimin kontrolü açısından bir takım zorluklar söz konusudur. Bunun yanında enerji ve suyun şebekelendirilmesi, bunların kontrolü ve bakım-onarım işlerinde sorunlar yaşanabilmektedir. Başlıca bu dezavantajlara rağmen günümüzde halen bazı firmalar yeni kurdukları mermer fabrikalarında katrağı ayrı bir birim olarak planlamaktadır.

S/T' ye blok arabası yandan girmektedir. Transfer sisteminin bunu gerektiriyor olması veya bilerek böyle uygulanmasının bir takım sakıncaları bulunmaktadır. Bıçak yönünün doğal olarak duvara doğru olması istenir. Aksi durumda daha büyük bir toz ve çamur problemi yaşanır. S/T' nin çamurunu duvara vermesi ve mermer kırıntılarının köşelerde birikmesi, bu bölümde kapı olmadığı için temizlik problemini doğuracaktır. Çünkü S/T' nin duvara olan yakınlığı çalışanların manevra kabiliyetini ve rahat çalışabilirliğini kısıtlamaktadır. Bu nedenle testere altına blok arabasının girmesi ve/veya burada bir kapının bulunması, temizlik ve iş akışının hızlılığında önemlidir.

İş akışının hızlılığını engelleyen diğer bir olay ise, özellikle katrak arabası için gerekli olan hazırlık platformuna projede yer verilmemesidir. Bununla birlikte genellikle S/T' ler için gerek duyulmayan bu platformlar, söz konusu projede uygulanan transfer sistemi ile zorunlu hale gelmiştir. S/T ve katrak arabalarına aynı anda blok konulmasının gerektiği durumlarda, mutlaka bir araba diğerini bekleyecektir.

Model. A' da olduğu gibi projede bulunan fayans hattı da günümüz teknolojinin gerisindedir. Verilen projede sadece cila ve ebatlama bu hat içerisinde yer almaktadır. Bu projede farklı olarak baş kesme doğrudan fayans hattına entegre edilmiştir. Sürekli fayans işleyebilecek pazara sahip işletmelerde bu entegrasyon ideal bir durumdur. Uçları düzeltilmiş fayanslık stripler zaman kaybı olmaksızın bir sonraki makinaya girerler. Ancak normal mesai süresince sürekli olarak çalışan fayans hatları pratikte mümkün değildir. Bu

hat için özel ürün ve miktarlarının siparişlere bağlı olması, sürekli çalışmayı engelleyen iki önemli faktördür.

Fayans hattının çalışmadığı durumlarda, baş kesmenin fayans hattına entegrasyonu, özellikle 30' luk ürünlerden daha geniş ürünlerin işlenmesi durumunda, işçilerin manevra kabiliyetini ve stoklama kolaylığını engelleyecektir. Bu nedenle S/T' ye yakın bir bölgede ikinci bir baş kesmeye ihtiyaç bulunmaktadır. Ancak fabrika ekipmanının kapasitesine ve makina parkına bakıldığında, fayans hattından bağımsız bir baş kesmenin bulunması daha ekonomik görünmektedir.

Bir önceki projede değerlendirilmesi yapılan geniş bant cila ve köprü kesme makinalarının konumları, bu proje için de benzer sebeplerden dolayı sakıncalıdır.

Makina parkına bakıldığında klasik silme (lap lap) dikkat çekmektedir. Daha çok atölye grubu makinaların içerisinde değerlendirilen bu makinaya, böyle bir işletmede zaman kaybı ve cila kalitesi gibi nedenlerden dolayı gerek yoktur.

Daha önce kritiği yapılan yan kapılar bu projede görünmemektedir. Ayrıca söz konusu fabrikada, Model. A' da bulunan fabrika içi stok sahası ile sandıklama ve diğer amaçlar için gerekli olan yeterli boş alan bulunmamaktadır. Fabrika içerisinde başta fayanslar olmak üzere diğer ürünler için gerekli olan stok alanı sorunu görünmektedir. Stoklama için yeterli arsa bulunması ve fabrika dışı düşünülmesi durumunda en uygun yer, fayans hattının karşısına gelen bölümdür. Cilalı ürünler özellikle fayanslar için yaygın olmayan açık havada stoklamaya kaşı, dışarıda ayrı bir depo binasına ihtiyaç bulunmaktadır. Güvenlik ve çalışma kolaylığı açısından böyle bir yapılanma, işletmeler zorunlu olmadıkça tercih edilmemektedir. Açık, kapalı ya da yarı açık ürün stok alanının fabrikanın yanında yer alması durumunda, yan kapılar olmadığı için, işlenmiş ürünü daha fazla taşıma sorunu çıkacaktır.

Projede dikkat çeken diğer bir makina da monolamadır. Proje tarihi dikkate alındığında, elmas tel kesme ya da o dönemlerde helozon tel kesmenin ülkemizde çok sınırlı olduğu, ocak üretimlerinde ağırlıklı olarak konvansiyonel yöntemlerin kullanıldığı

düşünüldüğünde monolamanın fabrikalarda bulunması bir zorunluluk haline gelmektedir. Günümüzde ise elmas tel kesme teknolojisinin sürekli çalışan ocakların tamamına yakın bir kesiminde kullanıldığı göz önüne alındığında, monolama ya da monotele fazla ihtiyaç kalmamıştır. Bununla birlikte köşelendirilmemiş blokların işletmeye gelmesi durumunda daha esnek, pratik ve ucuz olan sayalama makinalarının kullanılması, bugünkü teknik ve ekonomik şartlar içerisinde daha uygun olacaktır. Ancak özellikle yurt dışı pazarlar için mezar taşı gibi normalin dışı kalınlıklarda kesim gerektiğinde, monolama veya monoteller S/T lere göre daha verimli olmaktadır.

Projede dikkat çeken başka bir konu da, S/T ürünleri için pergel vincin kullanılmasıdır. Makinadan aldığı ürünleri baş kesmeye taşıyan S/T pergel vinçleri pratik olmayışları nedeniyle günümüzde tamamen kullanımlarından vaz geçilmiştir. Daha sonraki yıllarda S/T' lere entegre pergel vinçlerin yerini, mekanik kollar almıştır.

Projede yer verilen depo, yedek parça ve diğer malzemeler ile yağ gibi sarf malzemelerinin korunması, depolanması için önemlidir. Deponun katrak binasının yanında yer alması estetik ve bütünlük açısından düşünülmüş olabilir. Ancak deponun doğrudan ana bina ile bağlantılı olması, katrağa göre daha fazla yedek malzeme ve sarf malzemelerine ihtiyaç duyulan bu bölümdeki makinalar ve güvenlik nedeniyle daha uygun görünmektedir.

Sonuç olarak; Model. B ve benzeri fabrika yerleşim planları, günümüz teknolojisi içerisinde ekonomik olmayışları ve uygulanabilirliklerindeki zorluklar nedeniyle tercih edilmemektedir.

4. 3 Kompleks Modeller Hakkında Genel Bilgiler

Bu tür modellerde amaç, birim zamanda kaliteli ve ekonomik bir üretilerdir. Bu nedenle kalıplaşmış bir model söz konusu değildir. Daha önce açıklanan konular ışığında çeşitli üretim hattı modelleri oluşturulabilir. Makinaların yerleri, tipleri ve sayıları üretimin amacına ve pazar koşullarına göre değişiklik göstermektedir (Şekil 4. 3).

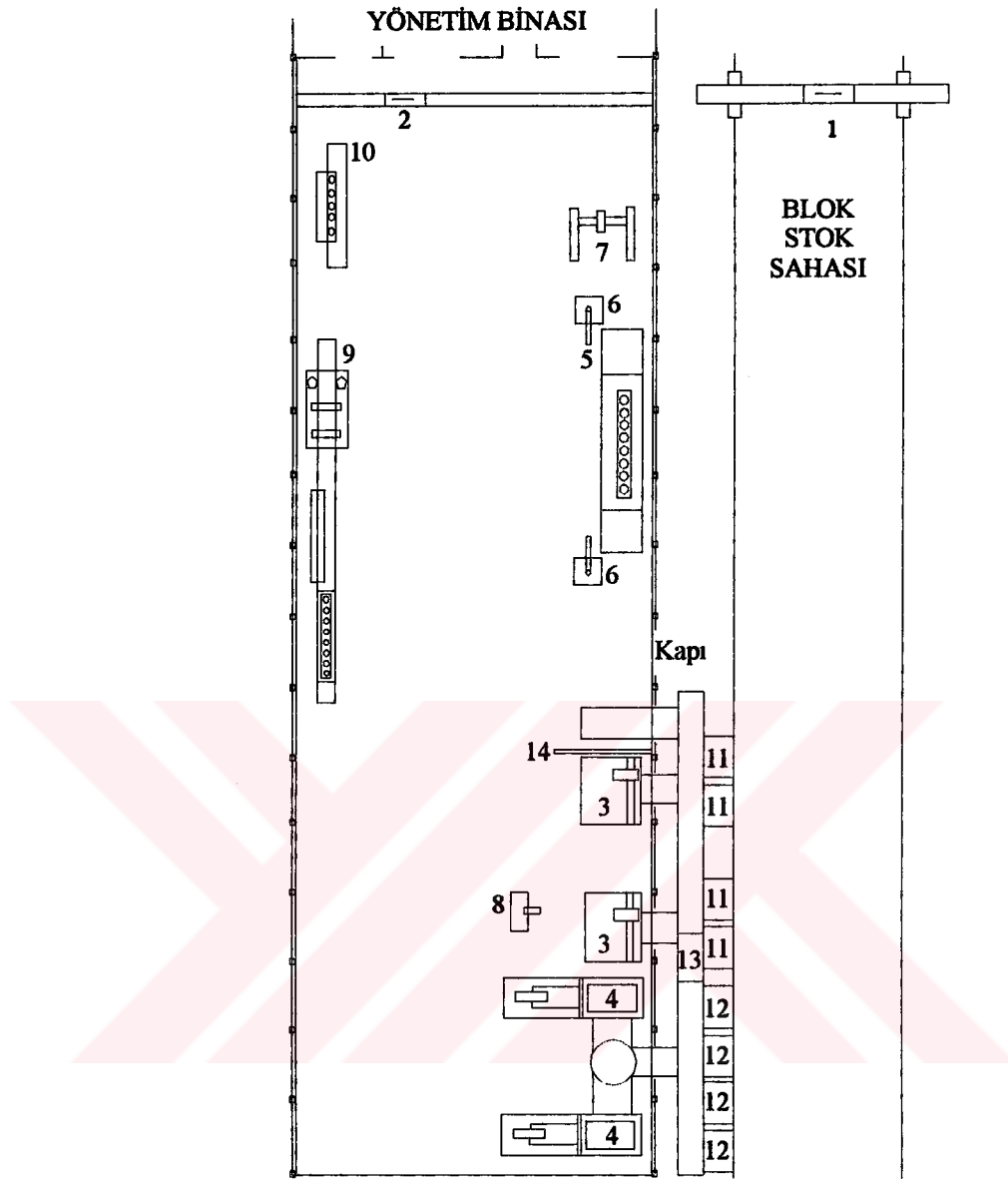
4. 3. 1 Kompleks Modellere Örnek, Model. C' yi Oluşturan Temel Kriterler ve Düşünce Tarzı

Model. C de diğer iki model gibi bir İtalyan firma tarafından planlanmıştır. Yakın bir tarihte düzenlenen bu planlamada kısmen grub modellere benzer bir düşüncenin hakim olduğu görülmektedir. Ancak grub modellerde söz konusu olan ve işleme hatlarının (fayans, plaka) ilgili kesim makinalarına mümkün olduğunca yakın tutulma düşüncesi Model. C için söz konusu değildir. Böyle bir planlamada en önemli faktör, kesim makinalarının neden olduğu fayans ve plaka hattı üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılması olabilir. Ayrıca bu yerleşim modeliyle kesim makinaları arkasında işlenmemiş ürünlerin hızla stoklanabileceği bir alan oluşturulmuştur. Fiziksel olarak ideal ölçülere yakın görünen tesiste, plan içerisinde nihai ürünler için stok alanı görülmemektedir.

Model. C içerisinde, tesisin kontrolünde ve iş dinamizminde önemli olan idari bölüm fabrika entegre edilmiş şekliyle planlanmıştır.

Blokların S/Tlere girişi normal bir transfer arabalı sistem ile yapılırken, katraklar için makaslı transfer sistemi düşünülmüştür. Ayrıca bu makinalar için yeterli sayıda blok hazırlık rampası planlanmış durumdadır. Plaka hattında pergel vinçli bir geniş bant cila makinasına yer verilmiştir. Daha çok atölyelerde veya atölye grubu bulunan fabrikalarda görülen kenar pah makinası projede dikkat çekmektedir. Model. C' de dikkat çeken başka bir konu ise S/Tlerin yan olarak yerleştirilmesi ve ikinci S/Tden sonra bulunan çamur sirkülasyonunu engelleyici perde duvarıdır.

İncelen üç model arasında kompleks modeller teknik olarak daha tercih edilebilir görülmektedir. Bu nedenle son yıllarda kenar pah makinası gibi atölye grubu makinaları içermeyen ve S/Tleri kapıya dik yerleştirilmiş kompleks modeller mermer firmaları tarafından çoğunlukla uygulanmaktadır.



ÖLÇEKSİZ

Model. C : Mermer Fabrikası Yerleşim Planı (Gregori / 1991)

Kolon Aralığı	: 5, 5 m
Fabrika Genişliği	: 18, 0 m
Stok Sahası	
Genişliği	: - - -
Uzunluğu	: 88, 0 m

1 : Dış Vinç	6 : Pergel Vinç	11 : S/T Blok hazırlık Platformu
2 : İç Vinç	7 : Köprü Kesme	12 : Katrak Blok Hazırlık Platformu
3 : S/T	8 : Baş Kesme	13 : Transfer Arabası
4 : Katrak	9 : Fayans Hattı	14 : Perde Duvar
5 : Geniş Bant Cila	10 : Kenar Pah	

Şekil 4. 3 Model. C

4. 3. 2 Model. C' nin Teknik Değerlendirilmesi

Model. C' nin proje tarihi dikkate alındığında ve bu modelde iki tane katrağın yer alması, işletmenin katraklık blok sorunu yaşamayacağı görüşünü ortaya koymaktadır. 90' lı yılların başında Türk mermerciliği belli bir zemine oturmuş, avantaj ve dezavantajları ortaya çıkmıştır. Bu birikimler ve 3213 sayılı kanunun yerleşmesi, kurulmakta olan işletmelerin planlamalarında etkili olmaktadır. Bu nedenle söz konusu projede yer alan iki adet katrağın varlığı işletme için gerekli olabilir.

Katraklarda dikkat çeken başka bir konu, vagonların katraklara yandan giriyor olmasıdır. Yandan girişli vagonlar (kasasız), çoğunlukla blok sıkıntısı çeken ve/veya düşük kapasiteli işletmeler tarafından tercih edilmektedir. Fakat projede iki tane katrağa yer verilmesi, yukarıdaki açıklamalar içerisinde anlamsız kalmaktadır. Ayrıca katraklardan bir tanesinin yan duvara, diğerinin de S/Tye çok yakın olması, bu katrakların kasalı olduğu görüşünü kuvvetlendirmektedir.

Projede katrağın vagonlarının transferinde saç (makas) sisteminin önerilmesi, zaman kaybına neden olacaktır. Pratik olmayan bu sistem ek olarak ilk yatırım maliyeti ile bakım ve onarım masrafları doğuracaktır. Bu sistemde aynı anda iki vagonu tahliyesi ya da içeri alınması gerektiğinde biri, diğerini beklemek zorunda olması başka bir dezavantajdır. Bu nedenle doğrudan makina ile hazırlık platformunu birleştiren klasik sistemler daha iyi sonuç vermektedir.

Projede S/T vagonları doğrudan hazırlık platformlarına bağlanmıştır. Burada yandan verilen vagonlar ve buna bağlı olarak yatay yerleştirilen makinalar için kesim sırasında oldukça yüksek miktarlarda çamur ve partikül sirkülasyonu söz konusudur. S/Tlerden bir tanesinin katrağa çok yakın olması, çalışma kolaylığı ve güvenliği açısından sorun oluşturabilecektir. Fabrika içi temizlik yönünden büyük sıkıntı arz eden yerleşim sisteminde, ikinci katrağ ile birinci S/T arasında çamurlaşmayı ve sirkülasyonu azaltıcı perdeleme de bulunmamaktadır. Makinaların bu şekilde yerleştirilmeleri diğer tarafta bulunan perdelemeye rağmen özellikle cilalanmış ürünler için sorun oluşturacaktır.

Projede iki S/T ve fayans hattı öngörölmüş olmasına rağmen sadece bir baş kesmeye yer verilmiştir. S/Tler arası mesafe dikkate alındığında baş kesme için düşünölen yerin de uygun olmadığı görölmektedir. Baş kesme her iki S/Tye de eşit mesafede olması gerekmektedir. Böyle bir işletmede iki tane baş kesmenin bulunması yararlı olacaktır. Daha önceki projelerde de açıklandığı üzere baş kesmelerden bir tanesi kenar düzeltme işlemini yaparken diğeri de şekillendirilmiş paladyen, defolu ürünlerin değeriendirilmesi veya özel ölçölü kesimleri yapabilmelidir.

Projede dikkat çeken bir konu da plaka hattı arasında S/Tlerin yer almasıdır. Bu proje için S/T ve katraklar yer değıştirmiş olsaydı çok daha verimli bir işletme ortaya çıkabilirdi. Daha önce belirtilen nedenlerden dolayı, köprü kesmenin plaka cila makinasından önce yer almasında büyük fayda görönmektedir.

Katraktan çıkan plakaların geniş bant cilaya veya köprü kesmeye aktarılmalarında iç vinçten yararlanılması, iş güvenliği açısından tehlike oluşturmaktadır. Bu nedenle vinç ile plaka taşıma mesafesi mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Özellikle S/Tlerin veya çalışma bölgelerinin üzerinden plakaların taşınmasında çok dikkatli davranılmalıdır. S/Tlerden çıkan ürünlerin stok ve/veya fayans hattına aktarılması ve dolayısıyla bu bölgede nisbeten yoğun bir iş ortamının bulunması, proje aşamasında dikkat edilmesi gereken konulardandır.

Katraktan çıkan plakaların transfer arabası ile nakliyeleri düşünöldüğünde yine zaman kaybı ön plana çıkmaktadır. Transfer hattının geniş bant cila makinasının hemen önünde yer alan kapıya kadar uzatılmamış olması, bu yol için iki ayrı çalışma gerektirmektedir. Bununla birlikte projeyi hazırlayan firma, S/Tleri bu şekilde geçmeyi düşünmüş olabilir. Ancak böyle bir durumda transfer hattının en son kapıya kadar uzatılması daha ekonomik ve pratik olabilirdi.

Fabrika içerisine kamyon veya tır gibi nakliye araçlarının girmesi projede olanaksız görölmektedir. Diğeri iki projede üzerinde durulan ve sol tarafta ihtiyaç duyulan kapılar, bu projede görölmemektedir.

Sadece S/Tlerin ve fayans hattı makinalarının yerleşim alanları dikkate alındığında (baş kesmenin yeterli ve uygun, S/Tlerin doğru konuşlandırılmış olduğu düşünüldüğünde) uygun bir akım şeması ortaya çıkmaktadır. Böylelikle S/T ve baş kesmeden çıkan ürünler kolaylıkla fayans hattına verilebilecektir. Fayans hattı yoğun toz ortamından uzak en uygun bölgede bulunmaktadır. Bu da mevcut şartlar içerisinde fayansların tozlardan en alt seviyede etkilenmesini sağlayacaktır.

Diğer projelerde görülmeyen ve burada dikkat çeken kenar pah makinası genellikle atölye grubu makinaları arasında incelenmektedir. Büyük kapasiteli işler ile seri olarak masa ve sehpa gibi özellik arz eden ürünlerin üretiminde kullanılan bu makina, olabilecek en uygun yerde görünmektedir. Çünkü gerek fayans hattı cila makinasından gerekse köprü kesme ve/veya geniş bant cila makinasından gelen ürünlerin pahlaması ve stoklanması, mevcut şartlar içerisinde en iyi şekilde yapılabilecektir.

Projede işlenmiş ve yarı işlenmiş ürünler için fabrika içerisinde yeterli stok alanı görülmektedir. Blok kesim makinalarının sol tarafı stoklanacak ürünler için uygun görülmektedir. Toz ve çamurlaşma en yoğun bu bölümde gerçekleşecek olması sıkıntı oluşturuyor gibi görünürse de, fabrika içi stoklamanın geçici ve kısa süreli olması bu endişeyi etkisiz kılmaktadır. Aksi durumda fabrika içi stok alanının oluşturulmasında sorunlar yaşanabilecektir.

Projede görülen yönetim binası idari mekanizmanın daha kolay yürümesi, üretimin ve genel gidişin kontrolü açısından önemlidir. Üretimin sürekli kontrol altında tutulması gereken doğal taşların işletilmesinde ve işlenmesinde (sipariş üzerine çalışılması ve karakteristik değişimler nedeniyle) yönetim binasının işletmelerde iç içe olmasında büyük fayda bulunmaktadır.

Benzer mermer işleme tesislerinin bazılarında yer alan pergel vinçler iş akışının hızlılığı ve güvenliği için önemlidir. Ancak transfer arabalı geniş bant cila makinaları daha pratik ve güvenli oldukları için 90' lı yılların başından beri pergel vinçler eski önemlerini kaybetmektedir.

Genel olarak; kesim makinalarının konuşlandırılma şekilleri ve özellikle plaka hattı akım şeması gibi temel nedenlerden dolayı bu proje uygulanabilir görünmemektedir.



BÖLÜM. V

MERMER İŞLEME TESİSLERİNE YÖNELİK EKONOMİK VE TEKNİK ÖNERİLER

Yer tesbiti yapılmış mermer işleme tesislerinin karlılık ve ömürleri, fiziki yapıları ve bu yapılanma içerisinde geliştirdikleri akım şemaları ile yakından ilişkilidir. Fabrika binasının fiziki şartları ve üretime esas olacak akım şemaları, diğer sektörlerde olduğu gibi, daha yatırım kararının başlangıcında yapılacak iyi bir fizibilite çalışması ve sonrasındaki projelendirmelerle oluşturulmalıdır.

Mermer fabrikalarının fiziki yapılanmasına esas olan bina yüksekliği, genişliği ve boyudur. Bu temel ayrıntılarla birlikte fabrikaya ait kapı, pencere, havalandırma bacaları, çatı ve duvar durumları, bina şekli, stok sahasının uzunluğu ve genişliği, temiz su elde sistemlerine ait yapılar ile diğer sosyal tesislerin fiziki durumları ve konuşlandırma şekilleri anlaşılmaktadır.

Fabrika binasının gerekli ön çalışmalar yapılmadan boyutlandırılması; montaj aşamasından başlayarak üretimin devam ettiği sürece bir çok sorunu beraberinde getirecektir. Bu nedenle proje aşamasında en az makina ekipmanların seçimi kadar fabrikanın boyutlandırılması da önemlidir. Fabrika boyutlarının belirlenmesinde temel üç faktör ve alt etmenleri bulunmaktadır.

I. Fiziki Faktörler

- Arsa durumu
- İklim

II. Ekonomik Faktörler

- Sermaye
- Pazar

III. Teknik Faktörler

- Üretim ve üretim içeriği
- Makina parkı
- Makinaların teknik özellikleri

5. 1 Fiziki Faktörler

Fiziki yapılanmada belirleyici özellik taşıyan arsa durumu ve iklim ile diğer tüm faktörler iç içedir. Yatırımın başlamasıyla birlikte hepsinin bir arada düşünülmesi gerekmektedir. Aksi durumda işletme ömrü boyunca aşılması zor hatta imkansız sorunlarla karşılaşılabilir.

Sermaye, bir tesisin planlanmasında ve boyutlandırılmasında en önemli faktör gibi görülebilir. Ancak projelendirme aşamasında yukarıda belirtilen faktörlerin hemen hepsi yapılan çalışmaları beraberce yönlendirir.

Mevcut fabrika arazisinin büyüklüğü tesisin boyutlandırılmasında, sermaye sonrası her türlü planlamada etkili olmaktadır. Daha önceki değerlendirmeler kapsamında, özellikle bina boyutuna etkileyen diğer faktörler dikkate alındığında; her türlü üretimi yapabilecek bir fabrikanın (yönetim bölümü hariç) üretiminin hızlığı ve güvenliği için, 18-20 m genişliğinde ve 80-100 m uzunluğunda olması önerilebilir.

Arsanın büyüklüğü kadar arazinin geometrik yapısı ve topoğrafyası da bu boyutlandırmada önemlidir. İnşaa edilecek tesis çevresinin ferah olması, çevreden görülebilir olması, bütünlük arz etmesi ve stok sahalarının yeterliliği ile anayollardan tesise ulaşımın kolaylığı işletmeyi doğrudan etkilemektedir.

Yatırım için yeterli sermayenin var olduğu kabul edildiğinde fiziki faktörler içerisinde arsa ile birlikte ele alınması gereken önemli bir konu da, yörenin sahip olduğu iklim koşullarıdır. Projelendirme aşamasında hakim rüzgarlar başta olmak üzere yıl içi iklim karakteristiği mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Mermer fabrikasının hakim rüzgarlara paralel kurulması, başta fabrika içi çamur ve toz sirkülasyonunun düzenlenmesi ve etkilerinin en aza indirilmesinde önem taşımaktadır. Fabrika kapı, pencere ve havalandırma bacalarının hakim rüzgarlar dikkate alınarak sayı ve düzenlemelerinin yapılması, toz sorununu en alt seviyeye indirebilir. Hakim rüzgarların yönü ve fabrika içi havalandırma sistemi, dolgu mermer üretiminin söz konusu olması durumunda, ayrıca kuruma süresi ve temizliği açısından önemlidir.

Yıl içi ısı değişimleri ve seyri fabrika boyutlarının oluşturulmasında etkindir. İklimin ılıman ya da karasal olması, başta bina yüksekliği olmak üzere kapı, pencere ve bacalarının boyutlandırılmasında ve miktarlarında belirleyici rol oynar. Kışları soğuk ve donlu geçen karasal iklim bölgelerinde başta bina yüksekliği başta olmak üzere üretime esas olacak kapalı alanlar (idari bölüm hariç) mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır. Suların ve suya maruz tambur, bant gibi ekipmanları içeren makinaların donması ve buzlanmadan dolayı kilitlenmesi üretimi önemli derecede etkilemektedir. Özellikle tamburların ve varsa diğer döner elemanların kilitlenmesi ve sonrasında dikkat edilmeden ilgili makinaya yol verilmesi, mekanik ve/veya elektronik arızalara neden olabilmektedir.

Karasal iklim bölgelerinde çalışan mermer işleme tesisleri, suyun donmasına ve tamburların kilitlenmemesi için fabrikayı ısıtma yoluna gitmektedir. Üretim maliyetlerini doğrudan etkileyen yakacak giderlerini en aza indirebilmek için, fabrika hacmi düşük tutulmalıdır. Gereksiz kapı ve açılabilir pencerelerden kaçınılmalıdır. Bununla birlikte mermer fabrikaları için gerekli olan ve aydınlatmayı sağlayan pencerelerden vazgeçilmemelidir. Ancak bu pencerelerin sadece hakim rüzgarlar ile fabrika içi çamur ve toz oluşum noktaları dikkate alınarak hazırlanmış havalandırma planına göre gereken bölümleri açılır-kapanır olmalıdır. Karasal iklim bölgelerinde bulunan fabrikalara ait diğer pencerelerin bant şeklinde olması daha iyi sonuç vermektedir.

Ağır kış şartlarının hüküm sürdüğü bölgelerde pencerelere benzer olarak gereksiz havalandırma bacalarından kaçınılmalıdır. Bacalar, havalandırma amaçlı pencereler ile birlikte ele alınıp planlanmalıdır. Bunun yanısıra ısıtma maliyetlerinde başta çatı olmak üzere kapı, pencere ve baca izolasyonlarının durumu önemlidir. Bu nedenle ağır kış şartlarına maruz bulunan mermer tesislerinde, mevcut çatı malzemeleri içerisinde ısıya

karşı duyarlı olarak bilinen sandviç çatı malzemelerinin kullanılması en iyi sonucu vermektedir. Ayrıca sandviç çatı malzemeleri yağmur tanelerinin çatıya çarpma seslerini en aza indirmektedir. Bu durum, özellikle tüm makinaların çalıştığı sağanak yağışlı günlerde makina ve yağmur tanelerinin çıkardığı seslerin, çalışanların psikolojik yapıları üzerinde neden olduğu olumsuzlukların mevcut şartlar içerisinde en alt seviyede tutulmasında büyük önem taşımaktadır.

Karasal iklim bölgelerinde bulunan fabrikalar için alımı planlanan makinaların, başta yükseklikleri olmak üzere fiziki özellikleri göz önünde bulundurularak fabrika yükseklikleri 5-5. 5 m olarak önerilebilir.

Ilıman iklim bölgelerinde kurulacak mermer işleme tesislerinin boyutlandırılmasında, karasal iklimlerde esas alınan kış aylarının tersine yaz ayları önem kazanmaktadır. Ilıman iklim koşullarının hüküm sürdüğü bölgelerde kurulacak tesislerin yüksekliği, diğer bölgelere göre daha yüksek olmalıdır. Bina yüksekliği arttıkça buharlaşma ve sonrasındaki tozların aşağıya doğru inişleri, iyi bir havalandırma sistemi ile en aza indirilebilir. Diğer iklim koşullarına göre daha fazla sayıda baca ve doğal havalandırmaya yardımcı olacak şekilde düzenlenmiş kapı ve pencereler kullanılabilir. Aksi durumda plansızca düzenlenen açık pencere ve kapılar, doğal havalandırmayı yardımcı olmaktan çok kısa devre ve hava cereyanlarıyla çalışanların sağlığına zarar verebilir. Bununla birlikte doğal olarak atılabilecek olan tozları engelleyerek fabrika içerisinde çökelmelerine neden olmaktadır.

Ilıman iklim koşullarında fabrika hacmi mümkün olduğunca büyük tutulmalıdır. Böylece güneş ışınlarının kızdırdığı çatı ile mermer partiküllerini içeren su buharlarının yoğun olduğu yükseklik arasında belli bir mesafe kalmaktadır. Bu mesafe su zerrecikleri ile mermer partiküllerinin ayrılma hızını düşürerek, partikül içerikli su zerreciklerinin doğal havalandırma ile atılabileceği zaman ve ortam sağlamaktadır. Bu süreçte diğer iklim koşullarında olduğu gibi, diğer faydalı özellikleriyle beraber ısı yalıtımı yüksek sandviç çatı malzemelerinin kullanılması önemlidir. Ancak fabrika haminin fazlalığı hiçbir zaman ek maliyetlere ve işletmenin kontrolünde sıkıntılara neden olmamalıdır. Bütün bu faktörler göz önüne alındığında, ılıman iklim koşullarının hüküm sürdüğü bölgelerde kurulacak mermer fabrikalarında bina yüksekliği 7. 5-8. 5 m olarak önerilebilir. Bu yükseklik, içeride

makinaların oluşturacağı gürültü ortamının ve ayrıca yağmur tanelerinin neden olacağı seslerin hafiflemesinde etkin olacak, yankılanma oranını düşürecektir.

5. 2 Ekonomik Faktörler

Proje aşamasındaki bir tesis için ekonomik faktörler içerisinde sermaye ile birlikte pazar durumu beraberce ele alınmalıdır. Mermer işleme tesislerinin boyutlandırılmasında pazar durumu üç farklı yönden önemlidir. Fabrikanın boyutlandırılmasında, öncelikle mevcut ulusal ve/veya uluslararası pazar şartları içerisinde seçilecek makina parkı ve özellikleri esastır. İkinci derecede işletme için yapılan fizibilite ışığında gelecekte düşünülen makina parkı gelir. Burada iki durum söz konusudur;

- a. İşletme, o günkü pazar ve teknik koşullar içerisinde ya da ekonomik sebeplerden dolayı gelecekte almayı planladığı makinaları da kapsayacak şekilde bir boyutlandırmaya gidebilir.
- b. İşletme, gelecekte oluşabilecek pazar ve ekonomik şartların daha iyi olabileceğini kabullenerek mevcut işletmenin kapalı alanında, ileriye dönük ve genişlemeye imkan verecek değişikliklerin yapılabileceği fiziki şartları hazırlar. Gelecekte ihtiyaç duyulabilecek kapalı alan, fabrikada bulunmayıp ileride ekleme suretiyle oluşturulabilecektir.

Pazar durumunda dikkate alınması gereken üçüncü konu ise, ürün içeriği ve üretim şeklidir. Dolgulu mermer üretimi yapan ya da işlediği ürünlerde fileleme, perdeleme gibi ek işlemlere gerek duyan işletmeler, kış aylarında ve yağışlı günlerde ek kapalı alana ihtiyaç duyar. Günün şartlarında veya gelecekte benzer içerikli ve özellik arz eden ürünlerin üretimini amaçlayan işletmeler, söz konusu üretimleri için ihtiyaç duydukları ya da duyabilecekleri alanlar için gerekli planlamayı proje safhasında oluşturmalıdır.

5. 3 Teknik Faktörler

Mermer işleme tesislerinin boyutlandırılmasında etkili olan teknik faktörlerin başında amaçlanan üretim ve üretim içeriği ile üretimi gerçekleştirecek makinalar ve bu makinaların teknik özellikleri gelir.

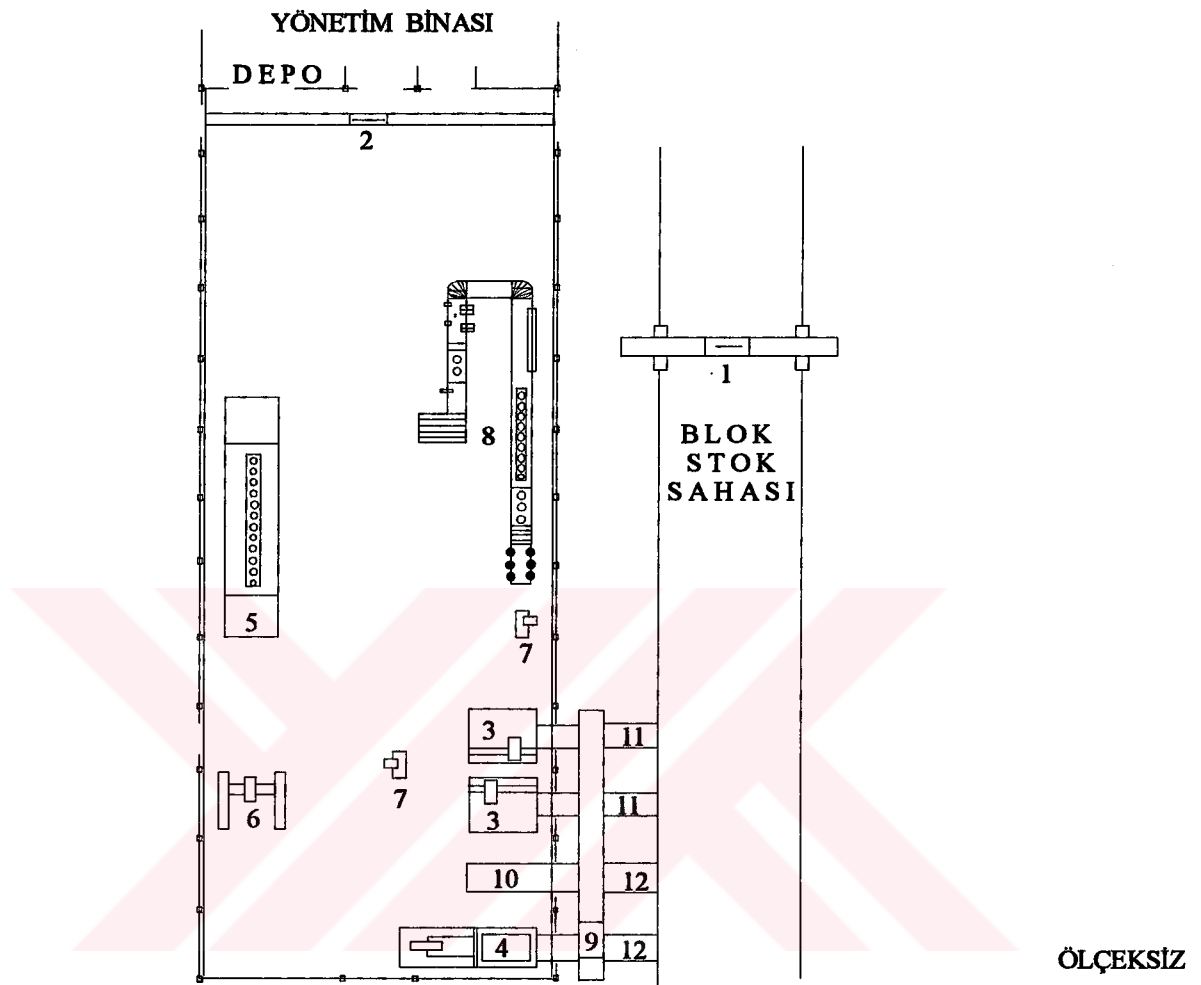
Tesisin kuruluş öncesinde yapılan fizibilite çalışmalarına göre, mermer mamul grublarından (strip, plaka, fayans) hangisinin ya da hangilerinin üretileceğine karar verilmiş olması gerekmektedir. İşlenmesi düşünülen mermer veya üretimde kullanılacak sistemler (ocağa bağlı, dışarıdan blok temini ya da fason üretim) bu konuda etkili olmaktadır.

Mermer fabrikası için gerekli olan mermer işleme makina ve ekipmanları, üretimi düşünülen ürün veya ürün gruplarına bağlı olarak, ekonomik faktörler de göz önünde bulundurularak belirlenir. Fabrika boyutlarının belirlenmesinde alınması düşünülen bu makinaların sayıları ve teknik özellikleri esas alınmalıdır.

Teknik faktörler dikkate alınmadan yapılan tesislerde basit inşaat ayrıntılarından dolayı üretimin aksadığı, yeni yatırımlara gereksinim duyulduğu hatta geri dönüşü olmayan ekonomik kayıplarla karşılaşıldığı görülmektedir. S/T çamur atım alanları, makina boyutları ve üretimin hemen sonrasında gerekli olan geçici stok alanları gibi basit ayrıntılara dikkat edilmeden yapılan tesislerde, üretimin başlamasıyla sorunlar ortaya çıkmaktadır.

5. 4 Örnek Mermer İşleme Tesisinin Planlaması

Mermer işletmelerinin yukarıda belirtilen sıkıntılarla karşılaşmaması; üretimlerinin sürekli ve ekonomik bir şekilde devam ettirebilmeleri için iyi bir fizibilite ve bu çalışmalara bağlı olarak fiziki, ekonomik ve teknik faktörler göz önünde bulundurularak fabrika boyutlarının belirlenmesi ve akım şemalarının oluşturulması gerekmektedir.



Model. D : Mermer Fabrikası Yerleşim Planı (DEÜ Torbalı Meslek Yüksekokulu - 1995)

Kolon Aralıkları : 7,5 m
 Fabrika Genişliği : 20,0 m
 Blok Stok Sahası
 Genişliği : 20,0 m
 Uzunluğu : 90,0 m

1 : Dış Vinç
 2 : İç Vinç
 3 : S/T
 4 : Katrak
 5 : Geniş Bant Cila
 6 : Köprü Kesme
 7 : Baş Kesme
 8 : Fayans Hattı
 9 : Transfer Arabası
 10 : Raylar
 11 : S/T Blok Hazırlık Platformu
 12 : Katrak Blok Hazırlık Platformu

Şekil 5. 1 Model. D

Mermer plaka ve fayans üretimi amaçlanan bu modelde ileriye dönük genişleme düşünülmemiştir. Bina yüksekliği 8. 00 m, genişliği 20. 00 m ve uzunluğu 97. 50 m olan bu işletmede makinalar, söz konusu işletmenin halen devam etmekte olan yatırımları içerisinde, ölçeysiz plan üzerinde gösterilen yerlerine uygun olarak konuşlandırılmaktadır.

Fabrika binası hakim rüzgarlara paralel olarak inşaa edilmiştir. Toplam 800 m² den oluşan ve fabrika binasına açılan yönetim binası depo, marangozhane ve teknik atölye ile işçiler için gerekli sosyal ve idari bölümlerden oluşmaktadır.

Fabrika binasının üç tarafı bant pencerelerle dönülmüştür. Binanın sadece baş tarafında bulunan beş metrelik bölümde yer alan pencereler açılır-kapanır olarak imal edilmiştir. Ayrıca doğal havalandırmaya yardımcı olmak üzere çatıya, ilk S/Tnin üzerinden başlayıp iki panel atlamalı olarak dört tane havalandırma bacası konmuştur.

Çatı kaplaması olarak sandaviç alüminyum malzeme düşünülmüştür. Çatı malzemesinin ve bina yüksekliğinin seçiminde, işletmenin bulunduğu bölgenin iklim koşulları etkili olmuştur.

Hammadde stok sahası, fabrikanın sağ tarafında yer alırken, ürün stok sahası ise sol tarafta düşünülmüştür. Her iki stok sahasının genişliği 20. 00 m ve uzunlukları 90. 00 m dir. Ürün stok sahası yağmur sularına karşı eğimli bir şekilde betonlanmıştır. Buna karşılık hammadde bölümüne, doğal zeminin geçirgen özellikte olması nedeniyle betonlama veya micirlama gibi herhangi bir işlem yapılmamıştır.

İşletme için 1 000 kW' lık bir trafo düşünülmüştür. Fabrika içi enerji dağıtımında busbar sistemi kullanılmıştır. Makinalar için gerekli olan su, her biri 64 m³ (8 m x 8 m x 8 m) hacimli oniki gözlü ardışık havuzlardan karşılanacaktır.

Dış vinç yüksekliği 7. 00 m' dir. Kaldırma gücü 30 ton olarak seçilmiştir. Bu güç ünitesi ile 10 m³ e kadar olan bloklar rahatlıkla kaldırılabilir. Ancak küçük ağırlıklarda kullanılmak üzere ana güç ünitesinin bulunduğu aynı kedi üzerine, 5 tonluk

ayrı bir vinç grubu yerleştirilmiştir. Bu şekilde dış vinç ürün yüklemelerinde daha hızlı bir çalışma sağlanacaktır.

Vinç ayakları fabrika sonunda bulunan kapılar hizasında son bulmaktadır. Fabrikanın son bölümünde ve karşılıklı iki tane bulunan kapılar, kamyon ve tır gibi araçların fabrika içerisine girebilmeleri ve rahat manevra yapabilmeleri için düşünülmüştür. Ayrıca bu kapılar gerektiğinde doğal havalandırmaya yardımcı olmak üzere kullanılacaktır.

S/T ve katrak blokları için dört tane hazırlık platformu düşünülmüştür. Platformlar ile makinalar arasında doğrusal bir iletim sağlamak için transfer arabası (bir tane) kullanılacaktır. Ayrıca vincin her iki tarafında bulunan 4 m' lik çıkıntılar, hazırlık platformları düşünülerek yapılmıştır.

Fabrikanın içerisinde tüm noktalara ulaşabilen, 5 ton kaldırma kapasiteli ve tüm fonksiyonları iki zamanlı (yavaş-hızlı) bir iç vinç bulunmaktadır. Fabrika içerisinde iç vinç ile birlikte 3 m yüksekliğe 3 ton yük kaldırma kapasitesine sahip bir tane forklift düşünülmüştür. Forklift, fabrika içerisinde olduğu gibi özellikle ürün stok sahasına yapılan taşımalarda ve buradan yapılacak yüklemelerde kullanılacaktır.

Fabrikanın ilk makinası katraktır. En başa yerleştirilmesindeki amaç, katrağın kesim sırasında diğer makinalara göre daha az insan gücüne ve kontrolüne gereksinim duymasıdır. Tesiste 60 lamalı, araba hareketli bir katrak düşünülmüştür.

Katraktan çıkan ve dışarıya alınan plakalar, başka herhangi bir işleme tabi tutulmadan (çok nadir olsa da ihracata gitmesi durumunda bu plakalar kasalanabilir) satışa sunulabilir veya vagonuyla birlikte 10 numara ile gösterilen bölüme getirilebilir. Buradan iç vinç kaptırmalarıyla alınan plakalar köprü kesmeye getirilerek kenarları düzeltilmektedir. Kenarları düzeltilen plakalar forklifle stok sahasına götürülecek ya da geniş bant cila verilecektir. Geniş bant cila makinasından çıkan plakalar doğrudan satışa sunulabileceği gibi fabrika içerisinde kasalanarak pazarlanabilir ya da fabrika içerisinde stoklanabilir. Konteyner taşımalarında tercih edilen kasalama işlemi fabrika içerisinde yapılabilecektir.

Tesis için, tabla hareketli ve gerektiğinde torna gibi çalışabilecek izleyiciye sahip, bir tane tam otomatik köprü kesme düşünülmüştür. Bant cila olarak, 2 m genişliğe kadar olan plakaları rahatlıkla işleyebilecek 12 başlıklı ve araba sistemli bir polisaj makinası düşünülmüştür.

Kesici makinaların vagon üst yüzeyleri zemine sıfır olacak şekilde monte edilmektedir. Bu nedenle Model. D yerleşim planı üzerinde 10 numara ile gösterilen ve katraktan çıkan plakaların içeriye alınmasına olanak sağlayan raylar S/T boyu ile sınırlıdır. Böylece forklift ve el arabası gibi araçlar S/Tlerden sonraki bölümde rahatlıkla çalışabilecektir. Ayrıca bu bölüm iç stok alanı olarak da kullanılabilir.

Tesiste düşünülen iki S/T sırt sırta ve disk yönleri kapıya doğru olacak şekilde yerleştirilecektir. Bu yerleşim sistemi ile fabrika içerisinde;

- Mümkün olduğunca en alt seviyede çamur oluşumu ve etkilerini en aza indirme,
- Mümkün olduğunca personelden en üst seviyede faydalanma,
- Yakın ve uygun bölümlerden kısa süreli iç stok alanı olarak faydalanma, amaçlanmıştır.

S/Tler, 65 cm derinlikte ve 10 cm kalınlıkta kesim yapabilecek, gerektiğinde çift diskle çalışabilecek, boşaltım kolsuz, döküm gövdeli ve klasik dört ayaklı olarak düşünülmüştür.

Projede yer alan iki baş kesmenin yer seçimlerinde, en üst verimle personelden ve iç stok alanlarından faydalanma düşüncesi etkili olmuştur. Bloğun yerleştirilmesi, çıkarılması veya kamalanması dışında, katrağın çalışması sırasında ve üretimin normal seyri içerisinde ktrak, bir S/T ve bir baş kesme için; S/Tdeki üretime bağlı olarak 2-3 kişi yeterli olabilir. Bu sırada üretimin durumuna göre S/T ve/veya baş kesmeden çıkan ürünler, S/T ile 10 numaralı bölüm arasında kalan bölümde stoklanabilecektir. Benzer olarak ikinci S/T ile ikinci baş kesme arasında kalan bölüm de iç stok alanı olarak kullanılabilir.

Tesiste bulunan baş kesmelerin konumuna dikkat edildiğinde, iş akışı için en uygun noktalardan birinde oldukları görülür. Birinci baş kesme, işin durumuna göre her iki

S/Tye hizmet verebilir. Ancak temelde bu baş kesme ilk S/Tye yöneliktir. Bununla birlikte birinci baş kesme ile katrak vagonunun boşaltılmasından arta kalan veya parçalanmış mermerler ile köprü kesmeden çıkan yeterli, uygun ölçekli parçaların ebatlandırılması ve geometrik paladyen üretimi yapılabilir. İkinci baş kesme, ikinci S/T ve fayans hattı için düşünülmüştür. İhtiyaç duyulması halinde birinci baş kesme gibi kullanılabilir. Bu baş kesme birincisinden farklı olarak, fayans hattından gelen defolu veya ölçü fazlası mermerlerin süpürgelik veya 15' lik fayans yapımlarında kullanılabilir.

Tesiste yer alacak fayans hattı, 60 cm genişliğindeki ürünleri işleyebilecek niteliklere sahip olacaktır. Komple bir fayans hattı planlanan işletmede 6 kafalı yatay yarma, 3+12 kafalı polisaj ünitesi, 5 bıçaklı ebatlama, yan kalibre+kanal açma+pah kırma, kurutma, mumlama ve seleksiyon masası ile ara geçiş masaları düşünülmektedir.

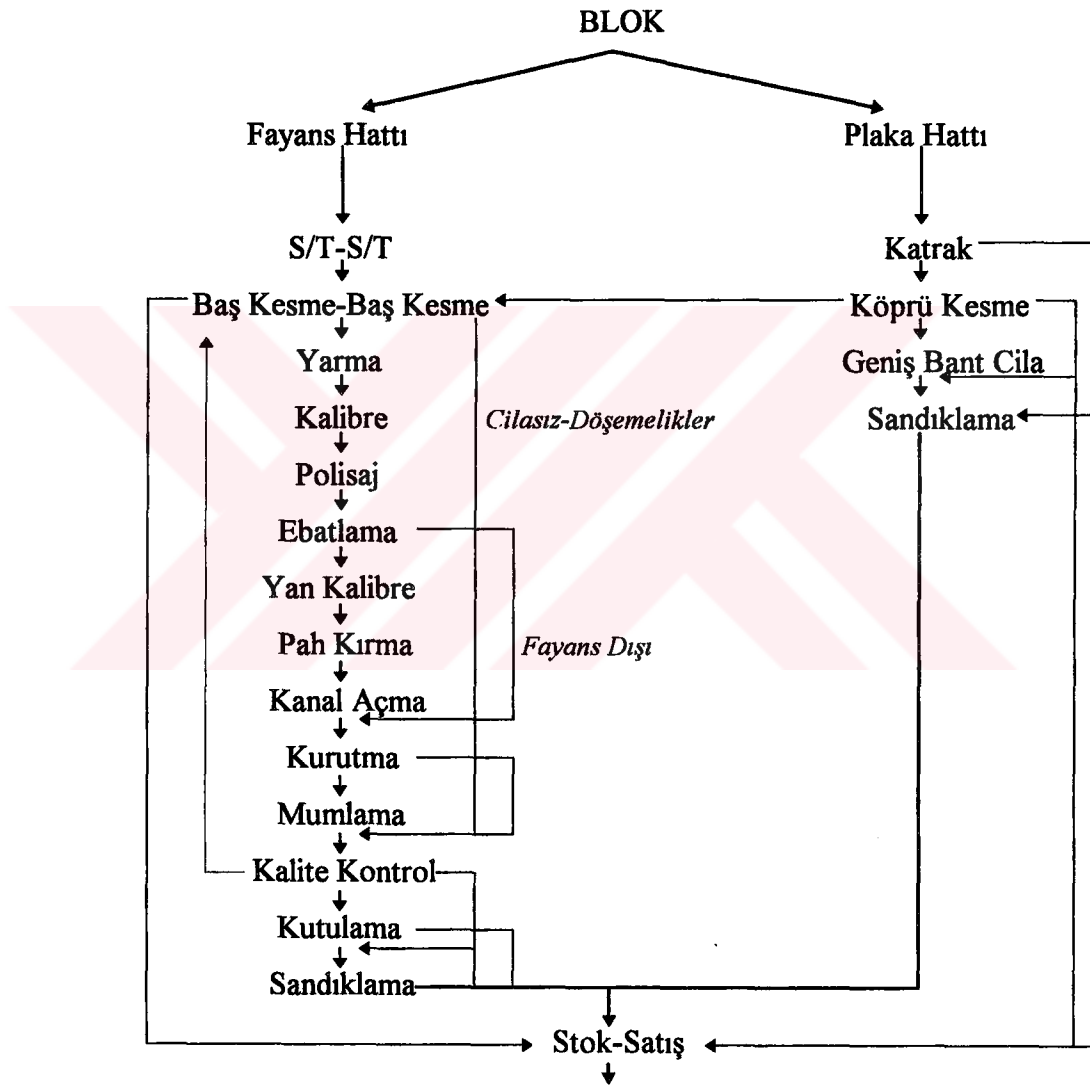
Fayans hattı, konum itibarıyla en uygun bölüm olduğu görülen ikinci S/T ve ikinci baş kesmeden sonra planlanmıştır. Hattın başlangıç noktası en kısa şekilde strip alınabilecek yerdedir.

Model. D' ye bakıldığında, daha önce incelenen üç projeden farklı olduğu görülür. Fayans hattı ebatlamadan sonra iki tane 45°' lik rulo masalar ile döndürülmüştür. Fayans hattının dönen bir şekilde yerleştirilmesindeki temel neden, fayans üretim şefinin kontrol kabiliyetinin artırılması ve gerektiğinde üretime müdahale zamanının düşürülmesidir. Bununla birlikte kalite kontrolde bulunan kişi, herhangi bir defolu üretim durumunda, ilgili diğer çalışanlara ve dolayısıyla makinalara zaman kaybetmeksizin uyarıda bulunabilecektir. Fayans hattında ancak böyle bir sistemle en az sayıda işçi ile en hızlı ve kaliteli üretim, teknik ve ekonomik açıdan mümkün olabilecektir.

Projede fayans hattından sonra yönetim binasına doğru olan bölümde görülen boş alan, fayans ve ebatlı-ebatsız döşemeliklerin ve diğer ürünlerin paketlenmesi, sandıklanması ve geçici stoklarının yapılabilmesi için ayrılmıştır. Bununla birlikte bu bölüm özellikle kış aylarında ve yağışlı günlerde gözenekli mermerlere dolgu yapılması, çatlaklı ve kırıklı mermerlerin gerek duyulması halinde filelenmesi ve perdelenmesi için de

kullanılabilecektir. Ayrıca bu bölümden her türlü ürünün nakliye araçlarına yüklenmesi mümkün olabilecektir.

Bu proje kapsamında yatırımları devam etmekte olan bu tesis için aşağıda verilen akım şeması en ekonomik şekilde gerçekleştirilebilecektir.



Şekil 5. 2 Model. D Fabrika İçi Akım Şeması

BÖLÜM. VI

İNCELENEN MODELLERİN ZAMAN VE EKONOMİK ANALİZLERİ

6. 1 İncelenen Modellerin Kritik Yörüngelerinin (CPM) Tesbiti

CPM, zaman esaslı bir planlama tekniğidir. Genellikle daha önce benzerleri uygulanmış olan ve faaliyetlerinin süreleri benzer projelerden belirlenmiş olan ya da bilinen tip projelere uygulanan bir yöntemdir. Bu planlama tekniğinde öncelik zamandadır; maliyet ikinci sırada yer alır. Burada;

ES : Faaliyetin en erken başlama zamanı,

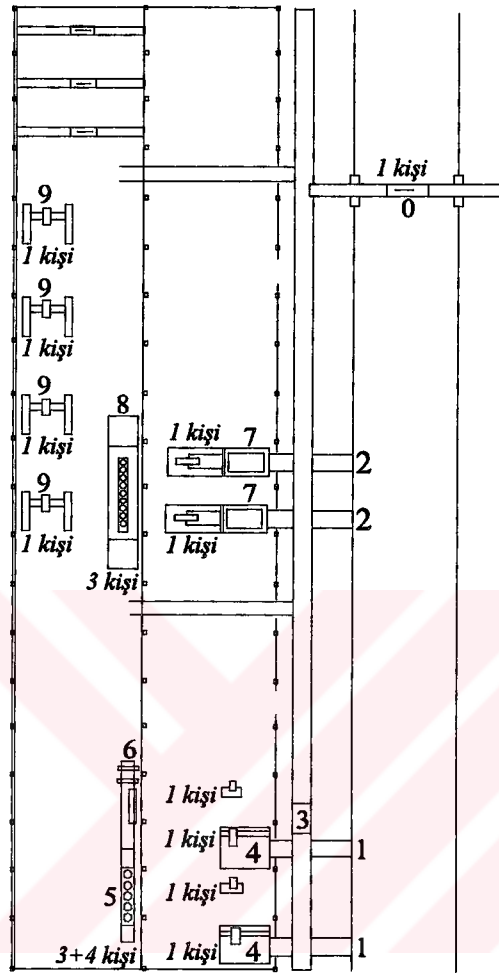
EF : Faaliyetin en erken bitim zamanı,

LS : Faaliyetin en geç başlama zamanı,

LF : Faaliyetin en geç bitme zamanıdır.

Söz konusu incelemede 1 m³ gerçek mermer bloğu dikkate alınmıştır. İncelenen A, B, C ve D modellerine ait fiili zaman etüdları benzer işletmelerde yapılmıştır.

6. 1. 1 Model. A' nın Zaman Etüdü



- 0 : Vinç
 1 : S/T Blok Arabası
 2 : Katrak Blok Arabası
 3 : Transfer Arabası
 4 : S/T (12)
 5 : Dar Silim Bantı (13)
 6 : Fayans Hattı
 7 : Katrak (10)
 8 : Geniş Bant Cila (11)
 9 : Köprü Kesme
 14 : Pazar

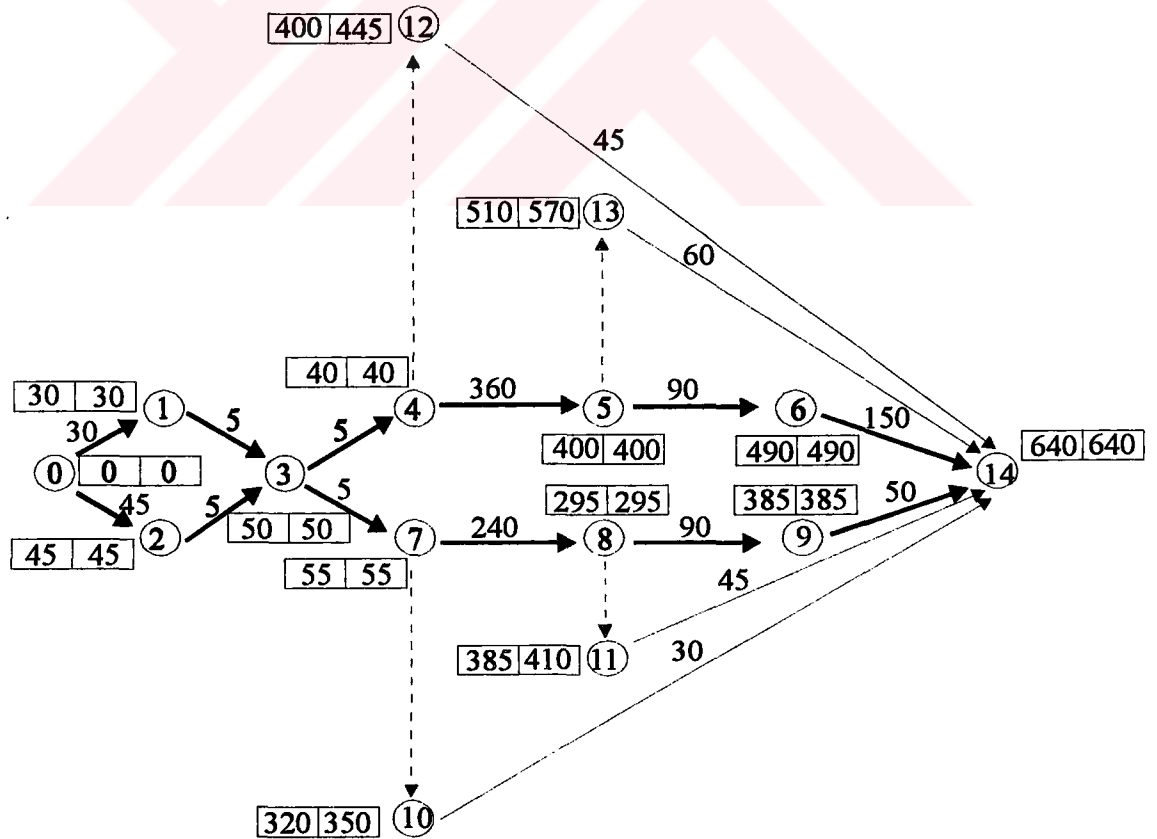
Asgari Çalışan Sayısı : 21

Şekil 6. 1 Model. A

Tablo 6. 1 Model. A faaliyet tablosu

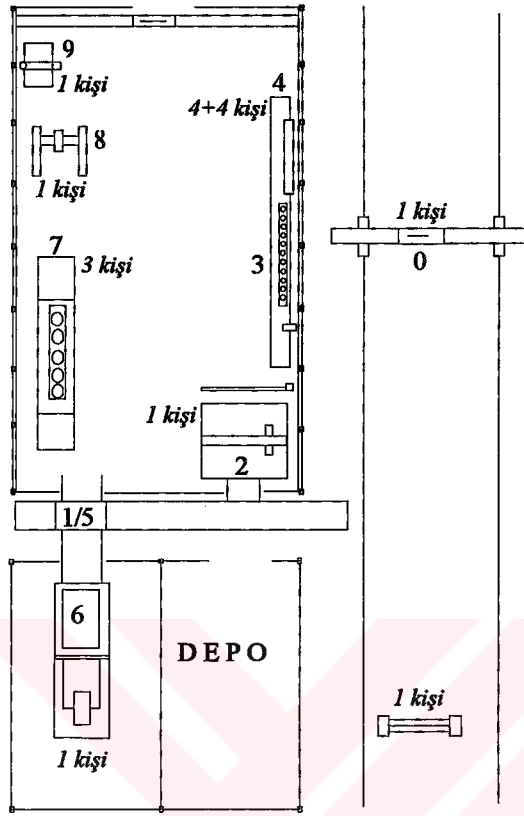
Faaliyet Adı	Faaliyet Süresi (dk)	ES	LS	EF	LF	Bolluk	Açıklama
0-1	30	0	0	30	30	0	-
1-3	5	30	30	35	35	0	-
3-4	5	35	35	40	40	0	-
4-5	360	40	40	400	400	0	-
4-12	---	50	60	400	445	45	+
5-6	90	400	400	490	490	0	-
5-13	---	410	440	510	570	60	+

Faaliyet Adı	Faaliyet Süresi (dk)	ES	LS	EF	LF	Bolluk	Açıklama
6-14	150	490	490	640	640	0	-
0-2	45	0	0	45	45	0	-
2-3	5	45	45	50	50	0	-
3-7	5	50	50	55	55	0	-
7-8	240	55	55	295	295	0	-
7-10	---	305	315	320	350	30	+
8-9	90	295	295	385	385	0	-
8-11	---	305	315	385	410	25	+
9-14	50	385	385	435	435	0	-
10-14	30	305	315	335	345	10	+
11-14	45	305	315	350	360	10	+
12-14	45	50	60	95	105	10	+
13-14	60	410	440	470	500	30	+



Şekil 6. 2 Model. A Kritik Yörünge Diyagramı

6. 1. 2 Model. B' nin Zaman Etüdü



- 0 : Vinç
 1 : S/T Blok Arabası
 2 : S/T (12)
 3 : Dar Silim Bantı (13)
 4 : Fayans Hattı
 5 : Katrak Blok Arabası
 6 : Katrak (10)
 7 : Geniş Bant Cila (11)
 8 : Köprü Kesme
 9 : Klasik Silme (lap Lap)
 14 : Pazar

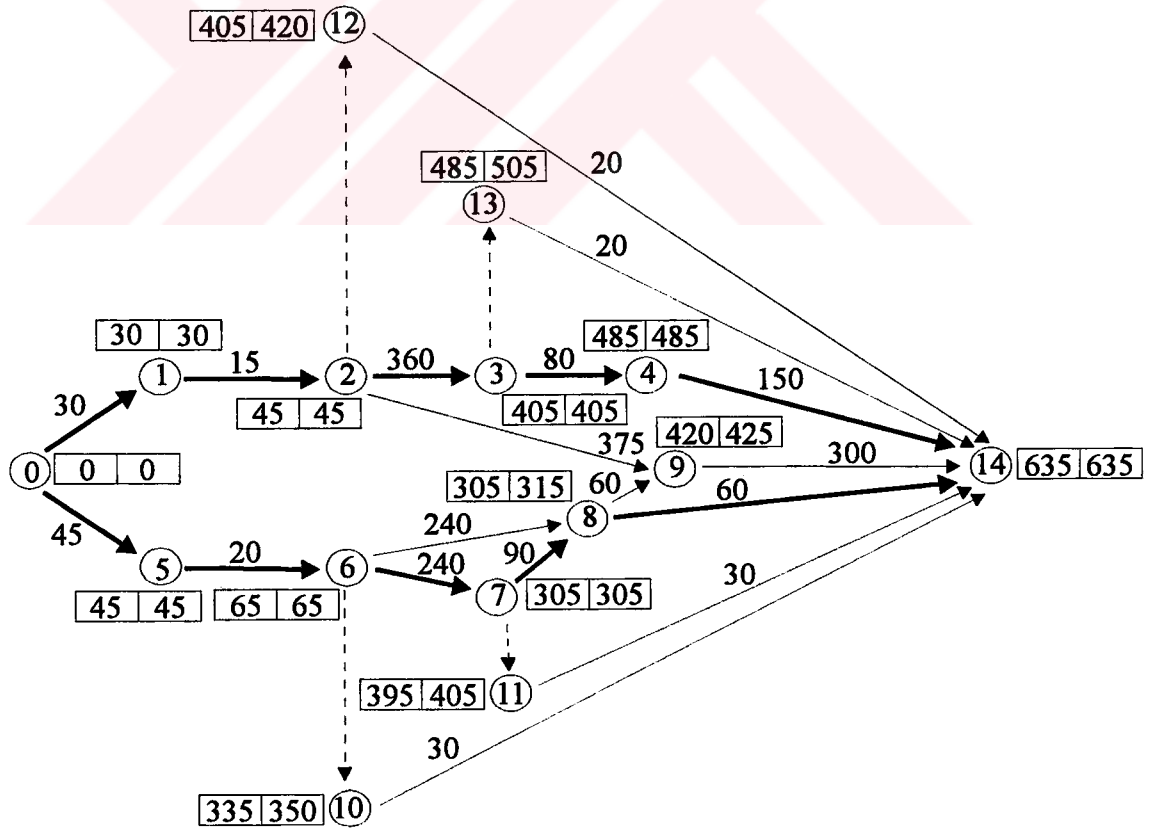
Asgari Çalışan Sayısı : 17

Şekil 6. 3 Model. B

Tablo 6. 2 Model. B faaliyet tablosu

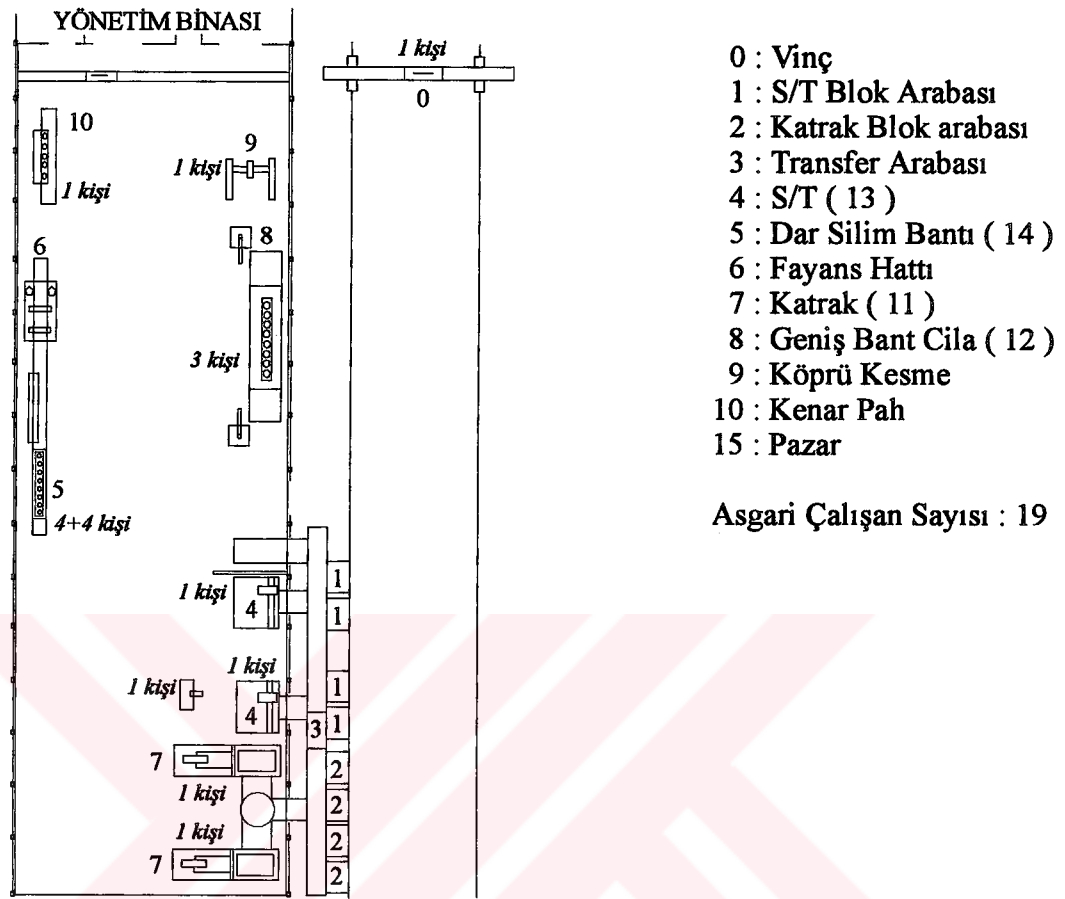
Faaliyet Adı	Faaliyet Süresi (dk)	ES	LS	EF	LF	Bolluk	Açıklama
0-1	30	0	0	30	30	0	-
1-2	15	30	30	45	45	0	-
2-3	360	45	45	405	405	0	-
2-9	375	45	50	420	425	5	+
2-13	---	50	60	405	420	15	+
3-4	80	405	405	485	485	0	-
3-14	---	415	425	485	505	20	+
4-15	150	485	485	635	635	0	-
0-5	45	0	0	45	45	0	-
5-6	20	45	45	65	65	0	-

Faaliyet Adı	Faaliyet Süresi (dk)	ES	LS	EF	LF	Bolluk	Açıklama
6-7	240	65	65	305	305	0	-
6-8	240	65	75	305	320	15	+
6-10	---	315	325	335	350	15	+
7-8	90	305	305	395	395	0	-
7-11	---	320	325	395	405	10	+
8-9	60	305	320	365	380	15	+
8-14	---	395	395	455	455	0	-
9-14	30	395	420	695	720	15	+
10-14	30	315	325	345	355	10	+
11-14	30	320	325	350	355	5	+
12-14	20	50	60	70	80	10	+
13-14	20	415	425	435	445	10	+



Şekil 6. 4 Model. B Kritik Yörünge Diyagramı

6. 1. 3 Model. C' nin Zaman Etüdü

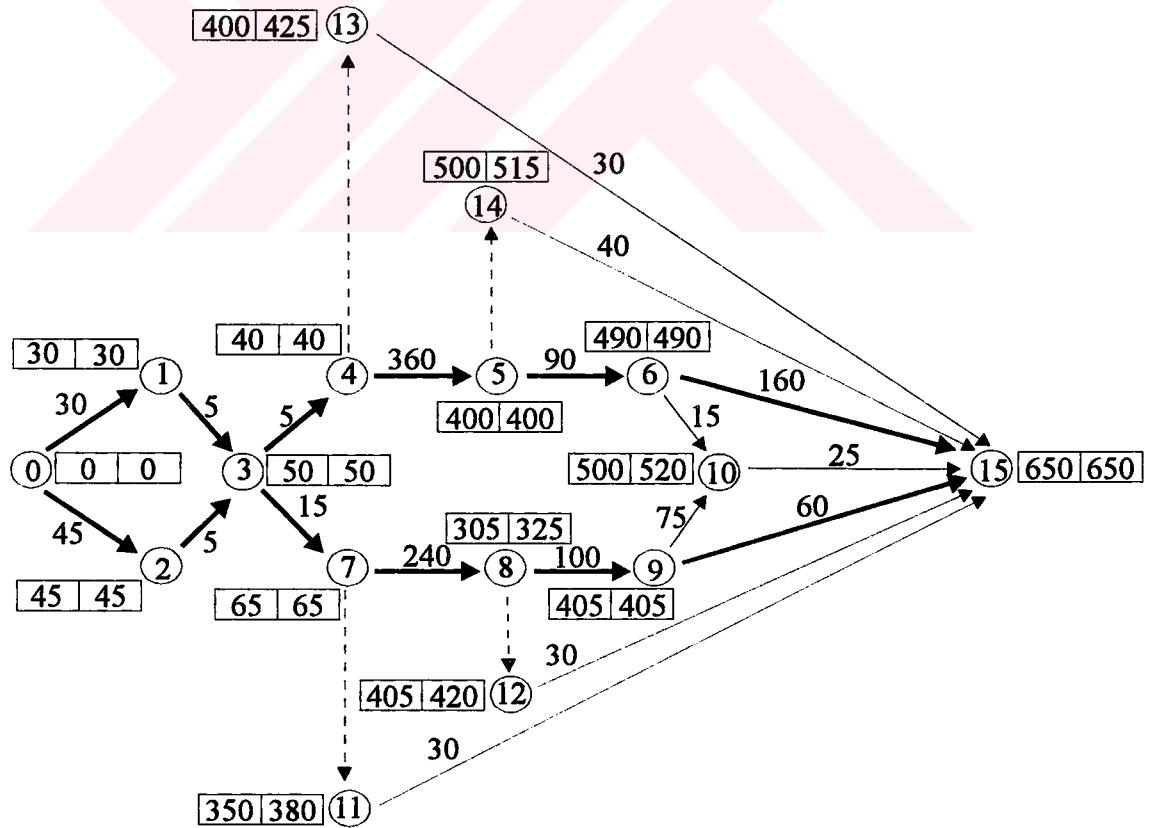


Şekil 6. 5 Model. C

Tablo 6.3 Model. C faaliyet tablosu

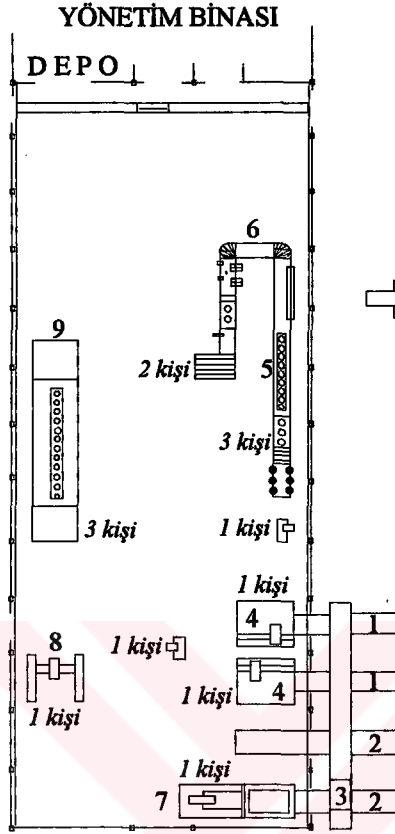
Faaliyet Adı	Faaliyet Süresi (dk)	ES	LS	EF	LF	Bolluk	Açıklama
0-1	30	0	0	30	30	0	-
1-3	5	30	30	35	35	0	-
3-4	5	35	35	40	40	0	-
4-5	360	40	40	400	400	0	-
4-13	---	50	60	400	425	25	+
5-6	90	400	400	490	490	0	-
5-14	---	440	460	500	515	15	+
6-10	15	415	425	500	520	20	+
6-15	160	490	490	650	650	0	-
0-2	45	0	0	45	45	0	-

Faaliyet Adı	Faaliyet Süresi (dk)	ES	LS	EF	LF	Bolluk	Açıklama
2-3	5	45	45	50	50	0	-
3-7	15	50	50	65	65	0	-
7-8	240	65	65	305	305	0	-
7-11	---	325	335	350	380	30	+
8-9	100	305	305	405	405	0	-
8-12	---	320	340	405	420	15	+
9-10	75	420	425	470	480	10	+
9-15	60	405	405	465	465	0	-
10-15	25	420	425	490	510	20	+
11-15	30	325	335	355	365	10	+
12-15	30	320	340	350	370	20	+
13-15	30	50	60	80	90	10	+
14-15	40	440	460	480	500	20	+



Şekil 6. 6 Model. C Kritik Yörünge Diyagramı

6. 1. 4 Model. D' nin Zaman Etüdü



- 0 : Vinç
- 1 : S/T Blok Arabası
- 2 : Katrak Blok Arabası
- 3 : Transfer Arabası
- 4 : S/T (12)
- 5 : Dar Silim Bantı (13)
- 6 : Fayans Hattı
- 7 : Katrak (10)
- 8 : Köprü Kesme (11)
- 9 : Geniş Bant Cila
- 15 : Pazar

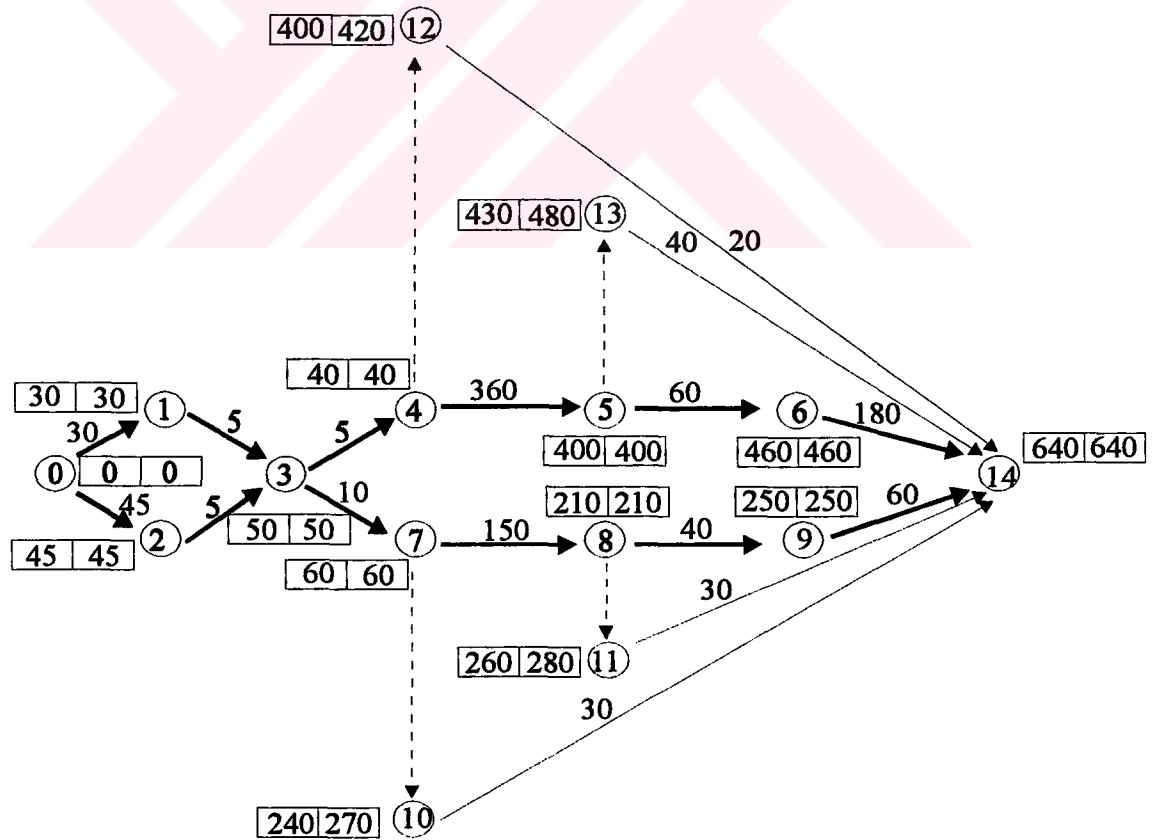
Asgari Çalışan Sayısı : 15

Şekil 6. 7 Model. D

Tablo 6. 4 Model. D faaliyet tablosu

Faaliyet Adı	Faaliyet Süresi (dk)	ES	LS	EF	LF	Bolluk	Açıklama
0-1	30	0	0	30	30	0	-
1-3	5	30	30	35	35	0	-
3-4	5	35	35	40	40	0	-
4-5	360	40	40	400	400	0	-
4-12	---	50	60	400	420	20	+
5-6	60	400	400	460	460	0	-
5-13	---	425	430	430	480	50	+
6-14	180	460	460	640	640	0	-
0-2	45	0	0	45	45	0	-
2-3	5	45	45	50	50	0	-

Faaliyet Adı	Faaliyet Süresi (dk)	ES	LS	EF	LF	Bolluk	Açıklama
3-7	10	50	50	60	60	0	-
7-8	150	60	60	210	210	0	-
7-10	---	225	230	240	270	30	+
8-9	40	210	210	250	250	0	-
8-11	---	225	250	260	280	20	+
9-14	60	250	250	310	310	0	-
10-14	30	225	230	255	260	5	+
11-14	30	225	250	255	280	25	+
12-14	20	50	60	70	80	10	+
13-14	40	425	430	465	470	5	+



Şekil 6. 8 Model. D Kritik Yörünge Diyagramı

6. 2 İncelenen Modellere Ait Kritik Yörüngelerin (CPM) Değerlendirilmesi

Tablo 6. 5 Fayans ve plaka üretim süresi

Modeller	Fayans Mamül Süresi (dk)	Plaka Mamül Süresi (dk)
A	640	435
B	635	455
C	650	465
D	640	310

Dört ayrı mermer işleme tesisine ait yukarıdaki değerler incelendiğinde, 1 m³ bloğun fayans ürününe dönüştürülme sürelerinin birbirine yakın olduğu görülür. Burada dikkat edilmesi gereken konu, muhtemelen diğer modellerde bulunmayan fakat Model. D olarak verilen fabrikada altı kafalı yarma ve üç kafalı kalibrenin bulunuyor olmasıdır. Ayrıca bu tesis muhlama ünitesine sahiptir. Doğal olarak bu makinalar fayans hattının işlem süresini uzatmaktadır. Buna karşılık bu hatta yer alan yarı mekanize kalite kontrol masası, nihai fayans üretim süresini düşürmekte ve kaliteyi arttırmaktadır. Bu nedenle kritik yörüngelerin değerlendirilmesi sırasında zamanla birlikte, fayansta çok önemli olan kalite kontrol olayı beraber ele alınmalıdır.

Plaka hattına ait süreler bakıldığında ise, Model. D açık bir şekilde diğerlerinden ayrılmaktadır. Bölüm. IV' de, fabrika modelleri değerlendirilirken önemle üzerinde durulan ve köprü kesmenin geniş bant cilaya göre olan öncelik sırası bu sürede etkili olmuştur. Plakanın kenarları düzeltilmeden geniş bant cilaya verilmesi, bant hızını düşürmekte ve daha çok dikkat gerektirmektedir.

Abrasivler, plaka kenarlarından yaklaşık olarak 5 cm dışarıya taşarak cila işlemini yaparlar. Özellikle konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş bloklardan elde edilmiş plakaların işlenmesinde ya da katrakta kesimleri tam yapılamamış ve dış bırakmış plakaların cilalanmasında bu taşma hareketi yapılamaz; en az kayıpla plaka cilalanmaya çalışılır. Bu durum birim m² için gerekli çalışma süresini uzatmakla beraber ürün

verimini düşürmektedir. Bu olumsuzluklar köprü kesmede ebatlama için geçen süreyi de arttırmaktadır. Çünkü, cilalama işlemi sırasında emniyet payı olarak bırakılmış bölüm ile cilalı bölümün iyi ayırt edilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde cilalanmış yüzeyden kaçmalar olabilmektedir. Bu nedenlerledir ki, fayans hattında olduğu gibi Model. D' ye ait plaka hattının da, zaman üstünlüğünün yanısıra sahip olduğu kalite üstünlüğü ve maksimum ürün verimliliği açıktır.

6. 3 İncelenen Modellerin Ekonomik Analizleri

Bu bölüm çalışmaları Ağustos-Eylül, 1997 tarihlerinde yapılmıştır. Söz konusu tarihlerde konuyla ilgili çalışmalarda kullanılan bazı değerler ise;

1 \$: 170 000 TL

1 kW/h elektrik ücreti : 18 133 TL

6. 3. 1 Arsa ve Bina Maliyetleri

Mermer fabrikalarında yapılan incelemeler sonucunda, hammadde stok sahası, ürün stok sahası, arıtma tesisleri, yol ve diğer ihtiyaçlar için gerekli olan alanın pratikte kapalı alanın en az üç katı olduğu belirlenmiştir.

Afyon' dan sonra Muğla yöresi ile beraber mermer işleme tesisleri için odak noktası haline gelen Torbalı' da özellikle Torbalı-Kemalpaşa yolu üzerindeki arsa fiyatlarının 700 000 TL/m² - 1 500 000 TL/m² arasında değiştiği belirlenmiştir.

Arıtma tesisleri bina maliyeti içerisinde kabul edilmiştir. Bu konudaki diğer kabuller;

Arsa Maliyeti : 1 000 000 TL/m²

Bina Maliyeti : 32 300 000 TL/m² (Bayındırlık Bakanlığı, 1997)

Tablo 6. 6 İnşaat maliyetleri

(x 10⁶ TL)

Modeller	Arsa Maliyeti	Bina Maliyeti	Toplam
A	10 800	116 300	127 100
B	4 200	38 300	42 500
C	4 750	51 100	55 850
D	5 850	63 000	68 850

6. 3. 2 Makina Maliyetleri

Tablo 6. 7 Makina maliyetleri*

(x 10⁶ TL)

Makinalar	Fiyatı
S/T Makinası	13 250
Baş Kesme Makinası	1 000
Yarma Makinası	7 650
Dar Silim Makinası	18 700
Ebatlama Makinası	8 000
Yan Kalibre+Pah+Kanal Açma Makinası	9 500
Kurutma Makinası	2 000
Mumlama Makinası	1 500
Kalite Kontrol Masası	750
Katrak (Kollu - 60 Lamalı)	14 600
Katrak (Araba Hareketli - 60 Lamalı)	22 100
Köprü Kesme	6 800
Geniş Bant Cila	24 650
Klasik Silim (Lap Lap)	400
Kenar Pah	4 500
İç Vinç	3 750
Dış Vinç	7 500

* Makinaların değerleri proforma faturalardan alınmıştır.

Tablo 6. 8 İncelenen modellerin makina parkı maliyetleri (x 10⁶ TL)

Model. A	166 500
Model. B	110 150
Model. C	149 750
Model. D	141 400

6. 3. 3 Makinaların Elektrik Tüketimleri

Tablo 6. 9 Elektrik Tüketimleri*

Makinalar	Motor Güçleri kWa	Çarpan** % 70	Günlük Çalışma Saati
S/T	180	126	8
Baş Kesme	10	7	6
Fayans Hattı (Yarma Dahil)	400	280	6
Fayans Hattı	300	210	6
Katrak (Kollu)	200	140	8
Katrak (Araba Hareketli)	120	84	8
Köprü Kesme	25	17. 5	4
Geniş Bant Cila	140	98	5
Klasik Silim (Lap Lap)	10	7	4
Kenar Pah	25	17. 5	7
Su Pompası	7	4.9	9
İç Vinç	10	7	2. 5
Dış Vinç***	25	17. 5	0. 75
Diğer	20	14	8

* Transfer arabasının ve monolamanın elektrik tüketimi ihmal edilmiştir.

** Söz konusu makinalar pratikte kuru güçlerinin ortalama % 70' ni kullanmaktadır.

*** Blok kesim makinalarının herbiri için ayrı olarak ele alınmıştır.

Tablo 6. 10 İncelenen modellerin elektrik maliyetleri (x 10⁶ TL/yıl)

Model. A	36 880
Model. B	23 350
Model. C	32 300
Model. D	31 500

6. 3. 4 İşçilik Maliyetleri

İncelenen her dört modelde sadece kalifiye eleman sayıları değişken olup, diğer çalışanların sayısı ve nitelikleri herbir tesis için aynı kabul edilmiştir.

Tablo 6. 11 Personel giderleri

Personel	Ücret -TL/ay
İşletme Müdürü	200 000 000
Üretim Şefi	150 000 000
Pazarlama Şefi	100 000 000
Blok Eksperti	80 000 000
Muhasebeci	80 000 000
Muhasebeci (Yardımcı)	50 000 000
Sekreter	40 000 000
Bakımcı	70 000 000
Elektrikçi	70 000 000
Kalifiye İşçi	50 000 000
Düz İşçi	30 000 000

Tablo 6. 12 İşçilik Maliyetleri (x 10⁶ TL)

Model. A	23 040
Model. B	20 640
Model. C	21 240
Model. D	19 440

6. 3. 5 Üretim Kapasiteleri

İncelenen modellerin yıllık üretim kapasiteleri ürünler bazında aşağıda verilmektedir.

Tablo 6. 13 Üretim Kapasiteleri

Modeller	Fayans Üretim Kapasitesi m ² / yıl	2' lik Plaka Üretim Kapasitesi m ² / yıl	Toplam m ² / yıl
Gediz Mermer	50 000	65 000	115 000
A	70 000	90 000	160 000
B	35 000	45 000	80 000
C	95 000	90 000	185 000
D	95 000	65 000	160 000

Detaylı olarak saha etüdlerinin yapıldığı Gediz Mermer Fabrikası, 1 adet S/T, komple fayans hattı (yarma dahil) ve araba hareketli katrağa sahiptir. Bu fabrikada yarmalar üzerinde yapılan çalışmalarda, fayans üretim kapasitesinin yaklaşık olarak % 40 arttığı gözlenmiştir. Gerek söz konusu fabrikada gerekse Torbalı çevresinde bulunan mermer işleme tesislerinde konuyla ilgili olarak yapılan çalışmalarda, araba hareketli katrakların ortalama 20 cm/h hızla kesim yaptıkları, buna karşılık kollu katrakların 12-13 cm/h hızla kesim yaptıkları tesbit edilmiştir. Yine bu çalışmalar sırasında ancak iki adet S/Tnin bir fayans hattını beslediği, tek S/Tnin özellikle yarma bulunan fayans hatlarında yetersiz kaldığı gözlenmiştir. Bu verilerle birlikte mermer fabrikalarındaki doluluk oranının fayansta % 40' lar civarında olduğu, plakada ise bu oranın % 75' lere kadar ulaştığı görülmüştür (ürün kayıpları bu oranlara dahildir).

Fayans hattı kurulu kapasitesinin yaklaşık % 35' ini (m² olarak) stripler oluşturmaktadır. S/T ürünlerinin % 25' i strip olarak doğrudan pazara verilmektedir. Geriye kalan 10' luk bölüm cilalanarak satılmakta ya da denizlik gibi bir takım özel siparişler şeklinde satılmaktadır. Fayans ve strip değerlendirmeleri yapılırken pratikteki

değerler olan, 1 m³ bloktan 28-30 m² ikilik strip alındığı ve 40 m² fayans elde edildiği kabul edilmiştir.

6. 4 Gelir-Gider Tabloları

Bu bölüm içerisinde yer alan ve Torbalı çevresinde bulunan mermer işleme tesislerinde yapılan incelemeler doğrultusundaki yaklaşımlar;

Bina Ömrü	: 20 yıl
Makina Ömürleri	: 10 yıl
İşletmeye Alma Giderleri	: Toplam Yatırım x 0. 02
İşçilik + Sosyal Karşılık	: Çıplak Ücret x 1. 85
Yağ Giderleri	: Enerji Giderleri x 0. 01
Bakım-Onarım Giderleri	: Toplam Makina Maliyeti x 0. 001
Yedek Parça Giderleri	: Toplam Makina Maliyeti x 0. 01
Sarf Malzeme Giderleri	: Toplam Makina Maliyeti x 0. 02
Faiz Giderleri	: Toplam Makina Maliyeti x 0. 1
Amortisman	: Bina Maliyetix 0. 05+Toplam Makina Maliyeti x 0. 1
Sigorta Giderleri	: Toplam Giderler x 0. 005
Beklenmeyen Giderler	: Toplam Giderler x 0. 01
Fayans Satış Değeri	: 5 000 000 m ² /TL
Plaka Satış Değeri	: 2 500 000 m ² /TL
Diğer Gelirler*	: Toplam Gelirler x 0. 1

* Diğer gelirler (bankoluk, özel ebatlı ürünler, ham plaka, paladyen, fason üretim vb.) gerçekte, toplam gelirlerin % 50' sine ulaşabilmektedir. Ancak yapılan incelemelerde, fabrika (orta ölçekli, fayans hattı ve plaka hattı bulunan) gelirlerinin % 40' ını blok maliyetlerinin oluşturduğu tesbit edilmiştir. Bu verilerde blok fiyatı ile ürün fiyatı arasındaki ilişki etkili olmaktadır.

6. 4. 1 Model. A Yatırım ve Gelir-Gider Tabloları

Tablo 6. 14 Model. A ilk yatırım giderleri (x 10⁶ TL)

Arsa ve Bina Giderleri	127 100
Makina Yatırımları	166 500
İşletmeye Alma Giderleri	5 900
GENEL TOPLAM	299 500

Tablo 6. 15 Model. A gelir-gider tablosu (x 10⁶ TL/yıl)

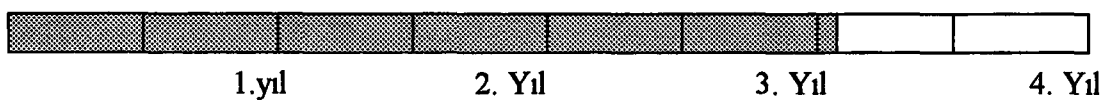
Giderler		Gelirler	
İşçilik	42 625	Fayans	140 000
Enerji	36 880	Plaka	121 875
Yağ	370	TOPLAM	261 875
Bakım-Onarım	170	Diğer	26.187. 5
Yedek Parça	1 665		
Sarf Malzeme	3 330		
Faiz	16 650		
Amortisman	17 465		
TOPLAM	119 155		
Sigorta	600		
Beklenmeyen	1 190		
GENEL TOPLAM	120 945	GENEL TOPLAM	288 062. 5

KAR = TOPLAM GİDERLER - TOPLAM GELİRLER

KAR = 167 117 500 000 TL

VERGİ VE DİĞER RESMİ ÖDENTİLER (% 43) = 71 860 525 000 TL

NET KAR = 95 256 975 000 TL



Şekil 6. 9 Model. A Net Karın Genel Yatırımları Karşılama Süresi

6. 4. 2 Model. B Yatırım ve Gelir-Gider Tabloları

Tablo 6. 16 Model. B ilk yatırım giderleri (x 10⁶ TL)

Arsa ve Bina Giderleri	42 500
Makina Yatırımları	110 150
İşletmeye Alma Giderleri	3 050
GENEL TOPLAM	156 100

Tablo 6. 17 Model. B gelir-gider tablosu (x 10⁶ TL/yıl)

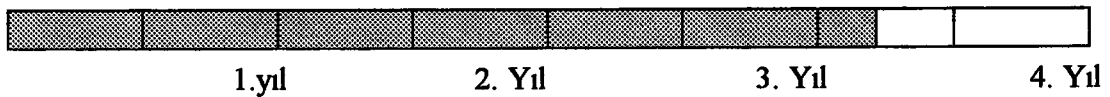
Giderler		Gelirler	
İşçilik	38 184	Fayans	70 000
Enerji	23 350	Plaka	84 375
Yağ	235	TOPLAM	154 375
Bakım-Onarım	110	Diğer	15 437. 5
Yedek Parça	1 100		
Sarf Malzeme	2 200		
Faiz	11 000		
Amortisman	12 930		
TOPLAM	89 109		
Sigorta	445		
Beklenmeyen	890		
GENEL TOPLAM	90 444	GENEL TOPLAM	169 812. 5

KAR = TOPLAM GİDERLER - TOPLAM GELİRLER

KAR = 79 668 500 000 TL

VERGİ VE DİĞER RESMİ ÖDENTİLER (% 43) = 34 257 455 000 TL

NET KAR = 45 411 045 000 TL



Şekil 6. 10 Model. B Net Karın Genel Yatırımları Karşılama Süresi

6. 4. 3 Model. C Yatırım ve Gelir-Gider Tabloları

Tablo 6. 18 Model. C ilk yatırım giderleri (x 10⁶ TL)

Arsa ve Bina Giderleri	55 850
Makina Yatırımları	149 750
İşletmeye Alma Giderleri	4 112
GENEL TOPLAM	209 712

Tablo 6. 19 Model. C gelir-gider tablosu (x 10⁶ TL/yıl)

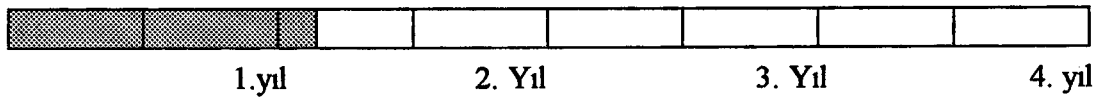
Giderler		Gelirler	
İşçilik	39 294	Fayans	190 000
Enerji	32 300	Plaka	168 750
Yağ	325	TOPLAM	358 750
Bakım-Onarım	150	Diğer	35 875
Yedek Parça	1 500		
Sarf Malzeme	3 000		
Faiz	15 000		
Amortisman	17 530		
TOPLAM	109 099		
Sigorta	550		
Beklenmeyen	1 090		
GENEL TOPLAM	110 739	GENEL TOPLAM	394 625

KAR = TOPLAM GİDERLER - TOPLAM GELİRLER

KAR = 283 886 000 000 TL

VERGİ VE DİĞER RESMİ ÖDENTİLER (% 43) = 122 070 980 000 TL

NET KAR = 161 815 020 000 TL



Şekil 6. 11 Model. C Net Karın Genel Yatırımları Karşılama Süresi

6. 4. 4 Model. D Yatırım ve Gelir-Gider Tabloları

Tablo 6. 20 Model. D ilk yatırım giderleri (x 10⁶ TL)

Arsa ve Bina Giderleri	68 850
Makina Yatırımları	141 400
İşletmeye Alma Giderleri	4 200
GENEL TOPLAM	214 450

Tablo 6. 21 Model. D gelir-gider tablosu (x 10⁶ TL/yıl)

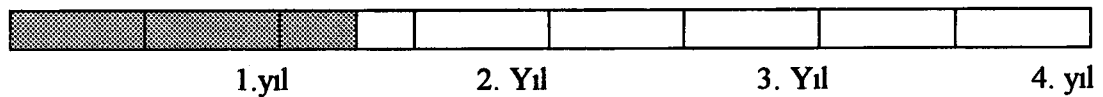
Giderler		Gelirler	
İşçilik	35 964	Fayans	190 000
Enerji	31 500	Plaka	121 875
Yağ	315	TOPLAM	311 875
Bakım-Onarım	140	Diğer	31 187. 5
Yedek Parça	1 400		
Sarf Malzeme	2 830		
Faiz	14 150		
Amortisman	17 300		
TOPLAM	103 599		
Sigorta	520		
Beklenmeyen	1 035		
GENEL TOPLAM	104 654	GENEL TOPLAM	343 062. 5

KAR = TOPLAM GİDERLER - TOPLAM GELİRLER

KAR = 238 408 500 000 TL

VERGİ VE DİĞER RESMİ ÖDENTİLER (% 43) = 102 515 655 000 TL

NET KAR = 135 892 845 000 TL



Şekil 6. 12 Model. D Net Karın Genel Yatırımları Karşılama Süresi

6. 5 İncelenen Modellere Ait Ekonomik Analizlerin Değerlendirilmesi

İşletme gelirlerinin yatırım giderlerini karşılama sürelerine bakıldığında, en verimli modelin 1. 3 yıl ile Model. C' nin olduğu görülmektedir. Sırasıyla bu modeli Model. D, Model. A ve Model. B izlemektedir. Salt ekonomik analizlere bakılarak verilecek kararda Model. C tercih edilebilir. Ancak bu sağlıklı bir değerlendirme şekli olmayacaktır. Bu tür tercihlerde, ekonomik analizlerin teknik faktörlerle beraber ele alınması daha yararlı olmaktadır.

Model. C ve Model. D' nin net karlarının genel yatırımlarını karşılama sürelerine bakıldığında, aralarında 3. 5 aylık (0. 3 yıl) bir fark olduğu görülecektir. 3. 5 aylık zaman dilimi, bu iki modelin teknik özellikleri ve özellikle ürün kaliteleri esas alındığında ihmal edilebilecek bir süredir.

Modeller incelendiğinde en uygun sistemin seçiminde, teknik donanımın optimizasyonu, ekonomik kriterler ve ürün kalitesi gibi ana faktörlerin tümünün beraber değerlendirilmesi gereklidir. İncelenen modeller arasında Model. D' nin, bu üç kriterin ışığında en uygun model olduğu görülmektedir.

SONUÇ

Ülkemiz, dünya mermer rezervlerinin yaklaşık olarak % 36' lık bölümüne karşılık gelen 5, 2 Milyar m³' lük mermer kaynağına sahiptir. 1980' li yılların başından itibaren maden sanayi sektörü içerisine giren mermercilik sektörü, 15 Haziran 1985 tarihinde kabul edilen Maden Kanunu ile hızlı bir gelişim içerisine girmiştir. Bununla birlikte 1996 yılı mermer ihracatımız 106 000 000 \$ (İ. M. İ. B) gibi hedeflerin çok gerisinde bir değerde gerçekleşmiştir. Dünya mermer rezervleri içerisinde sahip olduğumuz payın aksine 1996 yılı ihracatımızın dünya ticaretindeki payı % 3. 07 seviyesinde gerçekleşmiştir. Bu veriler mermer kaynaklarımızı yeterince kullanamadığımızı göstermektedir.

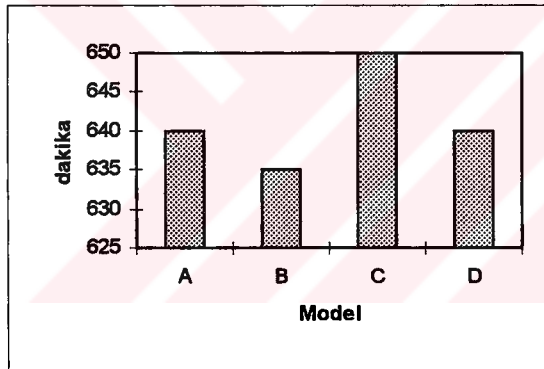
Mermer ihracatımızın doğal kaynaklarımıza paralel olarak gerçekleşmesi için gerekli koşullardan bir tanesi de, yeni mermer işleme tesislerinin kurulmasıdır. Ancak 1980' li yılların başından beri işleme tesislerinde gözlemlenen hızlı artışa rağmen, mermer ihracatında beklenen artış sağlanamamış; hedefler tutturulamamıştır. Bu olumsuzlukların başında gelen nedenlerden bir tanesi de bilinçsizce kurulan mermer işleme tesisleridir.

Makina parkı seçimlerini ve fabrika içi düzenlemelerini bir planlama dahilinde yapmayan mermer işletmeleri ülke ekonomisi için büyük kayıplara, geri dönüşü olmayan veya geri dönüşü uzun vadeli döviz çıktılarına neden olmaktadır. Bununla birlikte mermer fabrikalarının ekonomik işleyişlerini önemli ölçüde etkileyen akım şemaları, özellikle ihracatta aranılan kalite kontrole olan etkileri bu çalışmada ortaya konmuştur.

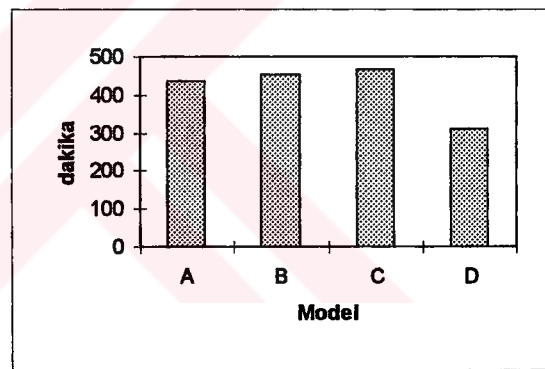
Mermer firmaları yeni bir işleme tesisi kurmadan önce, makina parkı ve akım şemalarıyla beraber yer seçimi ve fabrika binasının boyutlandırılmasını da içeren titiz

bir planlama yapmalıdır. Bu planlamada başta Türkiye' nin içerisinde bulunduğu jeolojik konum ve buna bağlı olarak mermer blok verimliliği ile dünya doğal yapı taşı pazarlarının talepleri dikkate alınmalıdır. Ancak böylelikle mermer işleme tesislerinden beklenen verim elde edilebilir.

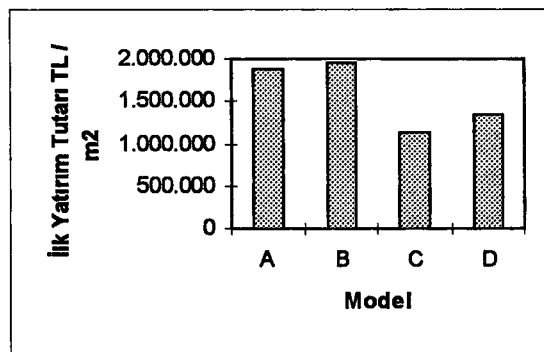
Mermer işleme tesislerinin, sadece yer ve makinalarını belirlemeleriyle hedefledikleri karlılığa ve kaliteye ulaşamadıkları incelen üç ayrı model üzerinde tartışılarak ortaya konmuştur. Öncelikle teknik açıdan ele alınan bu modeller sonucunda geliştirilen planlama (Model. D) ile benzer koşullar altında en hızlı ve ekonomik üretimin sağlandığı görülmüştür. Bu görüşü destekleyen bazı grafiksel veriler aşağıda sunulmuştur.



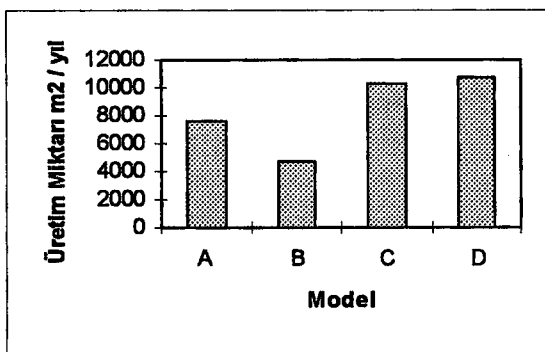
Şekil 7. 1 Birim Fayans İmalat Süreleri



Şekil 7. 2 Birim Plaka İmalat Süreleri



Şekil 7. 3 Birim Üretim İçin Gerekli Yatırım



Şekil 7. 4 Kurulu Kapasiteler

Yukarıdaki şekillerden de görüleceği üzere mermer işleme tesislerinde kullanılacak makina-ekipmanların teknik özellikleri, sayıları ve yerleşim sistemleri; üretim kapasitesine, niteliğine ve ekonomikliğine doğrudan etkilemektedir.

Bu çalışma sonucunda teknik ve ekonomik açıdan optimize edilen modeller arasında en iyi sistem olarak ortaya konan ve Model. D olarak verilen planlama, DEÜ Torbalı Meslek Yüksekokulu' nda halen uygulanmakta ve kuruluş aşamasında olan yöntemdir. **Sonuç olarak; Model. D olarak adlandırılan mermer fabrikası ve yerleşim planı, yeni kurulacak orta ölçekli mermer işleme tesisleri için önerilebilir.**



KAYNAKLAR

- BARUTÇU, M. (1985) Proje Kavramı ve Proje Çalışmaları-Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi. Devlet Yatırım Bankası Yayını. 1-2, 21-34
- Breton S.p.A. Katalogları. İtalya.
- BÜYÜKSAĞIŞ, İ.S. (1995) Türkiye I. Mermer Sempozyumu Kitapçığı. (Eds.), Mermer İşletme Tesisleri Atık Sularının Arıtım Yöntemleri ve Ekonomikliklerinin İncelenmesi.
- Economic Evaluation and Investment Decision Methods. (1987). Investment Evaluations Corporation. Colorado: STERMOLE, F.J., & STERMOLE J.M.
- Esmaş Katalogları. İstanbul.
- GENTRY, D.W. & O'NEIL, T.J. (1984) Mine Investment Analysis. Chelsea.
- Giorgini Maggi s.r.l. Katalogları. Pietrasanta.
- Guglielmi Katalogları. Querceta.
- Hava Kompresörleri ve Basıncılı Hava Tekniği. (1995). MG Grubu Yayınları. İzmir:
Gürsoy, M.
- Hisaş Makina Hizmet ve Servis A.Ş. Katalogları. İstanbul.
- KAHRİMAN, A. (1993). Maden İşletme Projeleri Hazırlama ve Değerlendirme.
Sivas.
- KARACA, Z. & ONARGAN, T. (1997) Mermer İşleme Tesislerinde Mermer Türü-Su İlişkisi. Mermer Dergisi. 50, 40-43
- KARACA, Z. Mermer İşletmeciliği Ders Notları. (Yayınlanmamış). İzmir.
- Komatsu Ltd. Katalogları. Tokyo.
- KÖSE, H. & KAHRAMAN, B. (1992). Maden İşletme Ekonomisi. İzmir: DEÜ
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları.

- LEVIN, R.I., & KIRKPATRICK, C.A. (1968). PERT ve CPM ile Planlama ve Denetim. Ankara: AÜ İdari Bilimler Fakültesi Yayınları.
- Mermer A.Ş. Katalogları. İstanbul.
- NEWMAN, D.G. (1988). Engineering Economic Analysis. (III. Baskı). California: Engineering Press Inc.
- ONARGAN, T. & KÖSE, H. (1997). Mermer. (II. Baskı). İzmir: DEÜ Mühendislik Fakültesi Yayınları.
- ONARGAN, T. Katraklarda Kesme Verimini Etkileyen Faktörlerin Araştırılması. Mermer Dergisi. 50, 40-43
- PAKDEMİRLİ, E. (1977). Yatırım Planlaması ve Fizibilite Planlaması. İzmir: EÜ Mühendislik Bilimleri Fakültesi Yayınları.
- Pedrini S.p.A. Katalogları. İtalya.
- Sermak A.Ş. Katalogları. İstanbul.
- Simec S.p.A. Katalogları. İtalya.
- ŞAHİN, M. (1989). Yatırım ve Proje Değerlemesi. Eskişehir: 1-2 Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- ŞENTÜRK, A., GÜNDÜZ, L., TOSUN, Y.İ. & SARIŞIK, A. (1996). Mermer Teknolojisi. Isparta.