

MERMER FABRİKALARINDA KULLANILAN
DAİRESEL TESTERELİ BLOK KESME (S/T)
MAKİNELERİNDE PERFORMANS ANALİZLERİ

Mustafa SAKAOĞLU

Yüksek Lisans Tezi

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Kasım - 2008

**MERMER FABRİKALARINDA KULLANILAN DAİRESEL TESTERELİ BLOK
KESME (S/T) MAKİNELERİNDE PERFORMANS ANALİZLERİ**

Mustafa SAKAOĞLU

Dumlupınar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Maden Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman : Prof. Dr. İ. Göktay EDİZ
Yardımcı Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hamdi AKÇAKOCA

Kasım - 2008

KABUL ve ONAY SAYFASI

Mustafa SAKAOĞLU'nun YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “MERMER FABRİKALARINDA KULLANILAN DAİRESEL TESTERELİ BLOK KESME (S/T) MAKİNELERİNDE PERFORMANS ANALİZLERİ” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

.../...../2008

Üye : Prof. Dr. İ. Göktay EDİZ

Üye : Doç. Dr. Hürriyet AKTAŞ

Üye : Doç. Dr. Kaan ERARSLAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hamdi AKÇAKOCA

Üye : Yrd. Doç. Dr. Necmettin ÇETİN

Fen Bilimleri Enstitüsün Yönetim Kurulu'nun/...../2008 gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. M. Sabri ÖZYURT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

MERMER FABRİKALARINDA KULLANILAN DAİRESEL TESTERELİ BLOK KESME (S/T) MAKİNELERİNDE PERFORMANS ANALİZLERİ

Mustafa SAKAOĞLU

Maden Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi, 2008

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İ. Göktaç EDİZ

Tez Yardımcı Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hamdi AKÇAKOCA

ÖZET

Mermer fabrikalarında kullanılan mermer blok kesim makinelerinin performansı, işletme performansını ve dolayısıyla da karlılığı doğrudan etkileyen bir konudur. Bu tür makine performansındaki düşüklüklerin temel kaynakları ise blok kesim esnasında makine ve makine dışı sebeplerden kaynaklanan zaman ve üretim kayıpları olarak gözlemlenmektedir. Mermer kesim makinelerinin performanslarının artırılması bu makineler için uygun performans boyutlarının belirlenmesi, bu göstergelerin sürekli ölçümü ve denetimi (kontrol ve iyileştirme) ile mümkündür. Çok önemli doğaltaş potansiyeline sahip olan ve birçok fabrika ve ocağın faaliyet gösterdiği ülkemizde makine performansı ve verimliliği konusunda fazlaca değerlendirme çalışması yapılmamıştır.

Bu çalışmada bir mermer fabrikasında kullanılan dairesel testereli blok kesme (S/T) makinelerine ait 3 haftalık (2008 Şubat ayı ilk üç haftası) çalışma verilerine bağlı olarak performanslarının belirleyicisi olarak kabul edilen verim, verimlilik ve etkenlik değerleri tespit edilmiş ve bu üç değere bağlı olarak makine performansları belirlenmiştir. Bu belirleme sonrasında performans düşüklüklerinin nedenleri araştırılmış ve performansı arttırabilmek için neler yapılabileceği üzerinde durulmuştur.

Verim, verimlilik ve etkenlik göstergeleri belirlenirken işletmeden temin edilen makine çalışmasına ilişkin girdi ve çıktı değerleri kullanılmıştır. Çalışmada makineler temel girdisi olarak zaman (saat), temel çıktısı olarak ise üretilen miktar (m^2) dikkate alınmıştır. S/T'lerin yüksek performans düzeylerinde çalışmasında birçok faktör yanında özellikle operatör kullanımının, oldukça etkin olduğu kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Etkenlik, Makine Performansı, S/T Makineleri, Verim, Verimlilik.

PERFORMANCE ANALYSIS OF BLOCK CUTTING MACHINES (JIG SAWS) USED IN MARBLE PROCESSING PLANTS

Mustafa SAKAOĞLU

M.Sc. Thesis in Mining Engineering, 2008

Supervisor: Prof.Dr. I. Göktay EDİZ

Co-Supervisor: Assist. Prof. Dr. Hamdi AKÇAKOCA

SUMMARY

Performance is generally defined as the criteria both indicating the accomplishment rate of the target and the effectiveness of the process used to reach the target. The performance of the marble block cutting machines directly affect the performance and hence the profitability of a plant. The main causes for low performance can be given by the loss of time and production during operation which is dependent and independent of the machine used. An increase in machine performance can be obtained by employing appropriate performance indicators and by measuring these indicators continuously. Unfortunately, there has not been adequate performance and productivity analysis for such machines although there are many activities being carried out in the quarries and the processing plants to make use of large natural stone potentials of Turkey.

In this thesis, productivity and effectiveness were defined as the performance indicators and the performances of the jig saws used in a processing plant for a period of 3 weeks (first 3 weeks of February 2008) were measured according to the indicators chosen. After the measurements, the reasons for the low performance were investigated and measures were proposed to increase the machine performances.

While determining the performance indicators (productivity, effectiveness and efficiency), the real machine input and output data obtained from the plant was used. More clearly, time (hour) and amount of production (m^2) were used as the main input and output data of the machines, respectively. As a result it was seen that lots of parameters, especially operator specifications effect to work of jig saws at a high level performance.

Keywords: Effectiveness and Efficiency, Machine Performance, Jig Saw Machines, Efficiency, Productivity.

TEŞEKKÜR

Öncelikle, yoğun uğraşlar sonucunda ortaya çıkan bu tez çalışması boyunca maddi ve manevi her türlü desteklerini benden esirgemeyen, bilgi birikimleriyle yol göstererek, çalışmanın başarıyla sonuçlanmasını sağlayan değerli Danışmanım sayın Prof. Dr. İ. Göktay EDİZ ve Yardımcı Danışmanım sayın Yrd. Doç. Dr. Hamdi AKÇAKOCA' ya, şükranlarımı sunarım.

Değerli katkılarından dolayı tez jüri üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarına değerli katkılarından dolayı firma yetkililerine teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu günlere gelmemi sağlayan, en kötü günlerimde dahi benden maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, hayatımın her aşamasında yanımda olan sevgili aileme minnettarım...

Mustafa SAKAOĞLU

Kasım 2008

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Performans Boyutları	5
2.2. Üretim Kaynaklarının Temel Performans Boyutları.....	7
2.3. Dairesel Testereleli Blok Kesme (S/T) Makineleri	8
2.3.1. S/T türleri ve teknik özellikleri	10
2.3.2. S/T kesim karakteristikleri.....	17
2.3.3. S/T'lerde kesme işlemi adımları.....	19
2.3.4. S/T İle yapılan kesimlerde kalite sorunları	21
3. İŞLETMENİN TANITILMASI	24
3.1. İşletme Hakkında Bilgiler.....	24
3.2. İşletmede Kullanılan S/T Türleri ve Özellikleri	27
4. S/T MAKİNELERİ PERFORMANS ANALİZİ YÖNTEMİ	30
4.1. Yöntem	30
5. S/T PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ	34
5.1. Makine Girdi-Çıktı Değerleri	34
5.2. Makine Performans Parametrelerinin Hesaplanması.....	35
5.3. Sonuçların Yorumlanması.....	53
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	54
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	57
ÖZGEÇMİŞ	59

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Dört ayaklı S/T	10
2.2. S/T şematik görünümü	10
2.3. S/T elemanları	11
2.4. S/T taşıyıcı köprü	13
2.5. S/T dikey testere.....	15
2.6. S/T dikey ve yatay testere kesim anı	15
2.7. S/T toz emme ünitesi.....	16
2.8. S/T taşıyıcı birim	16
2.9. S/T kesim kalınlık problemi	21
3.1. Klasik bej	24
3.2. Perlinton bej	25
3.3. Klasik bej ocağından bir görünüm	26
3.4. Perlinton bej ocağından bir görünüm	26
3.5. Eşmaş 4 ayaklı S/T	27
3.6. Sermak 4 ayaklı S/T	28
3.7. Pedrini 4 ayaklı S/T.....	29
4.1. Çalışma işlem aşamaları.....	31
5.1. 1. hafta üretim değerleri	45
5.2. 2. hafta üretim değerleri	45
5.3. 3. hafta üretim değerleri	46
5.4. 1. hafta günlük üretim değerleri	46
5.5. 2. hafta günlük üretim değerleri	47
5.6. 3. hafta günlük üretim değerleri	47
5.7. 1. hafta kesilen blok sayısı	48
5.8. 2. hafta kesilen blok sayısı	48
5.9. 3. hafta kesilen blok sayısı	49
5.10. 1. hafta makine verimlilik değerleri	49
5.11. 2. hafta makine verimlilik değerleri	50
5.12. 3. hafta makine verimlilik değerleri	50
5.13. 1. hafta makine etkenlik değeri	51
5.14. 2. hafta makine etkenlik değeri	51

ŞEKİLLER DİZİNİ (devamı)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.15. 3. hafta makine etkenlik değeri	52
5.16. 3 haftanın verim oranı	52

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. S/T teknik özellikleri (MKS).....	12
3.1. Üretilen kayaçların fiziksel ve mekanik özellikleri	25
3.2. Eşmaş 4 ayaklı S/T makinesi teknik özellikleri	27
3.3. Sermak 4 ayaklı S/T teknik özellikleri.....	28
3.4. Pedrini 4 ayaklı S/T teknik özellikleri.....	29
4.1. Teorik genel ve makine için uyarlanmış performans parametreleri	33
5.1. Performans parametreleri hesaplamalarında kullanılan temel kavramlar	35
5.2. 7.2 m ³ lük bir bloktan elde edilen levha miktarları (1. hafta)	37
5.3. 1.hafta S/T kesim değerleri	38
5.4. 2.hafta S/T kesim değerleri	38
5.5. 3.hafta S/T kesim değerleri	39
5.6. Haftalık kesilen blok adedi	39
5.7. S/T 'lerin haftalık üretim miktarları	40
5.8. Planlanan üretim değerleri	40
5.9. Verimlilik oranları	41
5.10. Etkenlik oranları	42
5.11. Performans indeksleri.....	42
5.12. S/T'lerin performans parametreleri (1. Hafta)	43
5.13. S/T'lerin performans parametreleri (2. Hafta)	43
5.14. S/T'lerin performans parametreleri (3. Hafta)	44
5.15. S/T performans parametreleri	44

1. GİRİŞ

İstanbul Maden ve Metal İhracatçıları Birliği verilerine göre; 2007 yılı toplam maden ihracatımız yaklaşık 2.7 milyar ABD \$'ı olmuştur. Dolayısıyla doğal taş ihracatının toplam maden ihracatındaki payı yaklaşık % 52'dir. 2007 yılı İMMİB verilerine göre ürünler bazında oransal olarak doğal taş ihracatı; ham blokta %15.8, yarı işlenmiş üründe %11.7 ve işlenmiş üründe ise % 72.5 olmuştur. Türkiye doğal taş blok satışında dünya üçüncüsü ve işlenmiş üründe ise dünya beşincisi konumundadır. Türkiye'de aralıklarla da olsa çalışan ocak sayısı 1500 civarındadır. Fabrika ölçeğinde faaliyet gösteren doğal taş tesis miktarı 2000 kadar olup, orta ve küçük ölçekli atölye sayısı ise 9000 civarındadır. Bu sayılara bağlı olarak sektörde toplam çalışan sayısı yaklaşık 300000 civarındadır [1].

Doğal taş sektörünün ülkemiz için bu denli önemli olmasından dolayı ocaklarda ve fabrikalarda üretimin verimini ve doğal taş dış satımını arttırmak için gerekli olan mühendislik ve AR-GE çalışmalarının önemi artmaktadır. Gerekli araştırma, işletme ve pazarlama projelerinin bu çalışmalardan elde edilen parametrelerin ışığında yapılması kaçınılmaz olmaktadır [1]. Dolayısıyla üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve işletme verimliliğinin artırılması için işletmede kullanılan makine performanslarının artırılması gerekir. Bu da ancak makinelerinin kullanımlarının ve durma nedenlerinin analizi ile mümkün olmaktadır.

Performans, genel anlamda hem hedeflere ulaşım seviyesini hem de ulaşım çalışmalarının etkinliğini belirleyen bir ölçüt olarak tanımlanmaktadır. Genel anlamda bir işletme veya iş sisteminin modeli girdi değişkenleri (enerji, işçi, makine. vb), dönüştürme süreci ve çıktı değişkenleri (üretim, kar) ve dış çevreden oluşmaktadır. Dolayısıyla performans kavramı da bu temel öğelerle ilgilidir [2]. Bir iş makinesinin performansı ise belirli bir zaman diliminde, belirlenen hedeflerin yerine getirilme derecesini gösteren çıktı olarak tanımlanmaktadır. Bu sonuç nicel veya nitel olarak belirlenebilmektedir. Bu anlamda performans, işletme veya iş sistemi için belirlenmiş olan stratejik, taktiksel ve uygulamaya dönük amaçların gerçekleştirilmesi için gösterilen tüm çabaların değerlendirilmesi olarak da tanımlanabilir. İşletme için hedeflere ulaşmada en iyi ya da en başarılı olanın ne olduğu ise, yönetimin performans anlayışına bir başka deyişle yönetimin performansı ifade eden performans göstergelerine (boyutlarına) verdiği öneme ve önceliğe bağlıdır. Bu bakımdan bütün işletmeler hedeflerine ulaşabilmek için işletme, birim ve operasyon düzeyinde, performansı ifade eden boyutların ne olduğunu ve nasıl ölçüleceğini belirleyerek bu boyutları sürekli ölçmek ve denetlemek zorundadır [2, 3, 4].

Makine performans analizlerinde en önemli faktör ise makinenin kullanım oranları ve bu oranların kabul edilebilir sınırlar içinde olmasıdır. Makine performanslarının incelenmesi makinelerinin kullanım oranlarının hesaplanmasıyla mümkün olmaktadır [5]. Makine performanslarının değerlendirilmesi ile ilgili olarak Türkiye’de farklı işletmelerde çalışan iş makineleri üzerinde yapılmış olan çalışmalar bulunmaktadır [3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Bu araştırmacılardan Kahraman ve Mülazımoğlu (1999), Pozantı-Tarsus ayrımı otoyol inşaatında kullanılmış olan yerüstünden darbeli hidrolik deliciler üzerine performans analizi yapmışlardır. Bu çalışmada performans analizinde değerlendirme ölçütü olarak “makine kullanılabilirlik oranı” ve “mekanik faydalanma oranı” kavram ve ölçüleri kullanılmış ve değerlendirilmiştir. Tokgöz ve Kesimal (1997), bir açık ocak kömür işletmesinde kullanılan, iş makinelerinin (ekskavatör, loder, kamyon, dozer, greyder vd.) verimlilikleriyle ilgili karakteristik büyüklükleri, ekipmanlar bazında ve sistem genelinde araştırmışlardır. Erçelebi vd.(1999), Karadeniz Bakır İşletmeleri Murgul işletmesinde açık ocaklarında kullanılan iş makinelerinin performans analizleri için mekanik, fiziksel ve efektif kullanım oranları değerlerini hesaplamışlardır. Ceylanoğlu ve Gül (1999) ise bazı yeraltı ocaklarında kullanılan YTB makinelerinin seçimi ve kullanımında dikkate alınan parametreleri incelemişlerdir. Bu çalışmada ayrıca her bir çalışma durumu için maliyet analizleri de yapmışlardır. Özgüven (2002) tarafından yapılan çalışmada ise, Özbeyli (Sivas-Uşak) mermer ocağında kullanılan elmas tel kesme, havalı delik delme ve sayalama makineleri, hidrolik ekskavatör ve hidrolik yükleyicinin çalışma durumlarını ölçümlerle belirlenmiş ve her bir makine için kullanım oranları hesaplanmıştır. Bu araştırmacı incelenen işletmede kullanılmakta olan bu makinelerde üretimde yeteri şekilde faydalanılmadığını ortaya koymuştur. Önce v.d., (2007) ise Seyitömer Linyit İşletmeleri’nde kullanılan bazı yükleme ekipmanlarının (halatlı ve hidrolik ekskavatörler ile yükleyicilerin 9 aylık performanslarının belirleyicisi olarak kabul edilen verim, verimlilik ve etkinlik değerlerinin tespiti yapılmış ve bu üç değere bağlı olarak makine performansları belirlenmiştir. Bu verilere bakarak performans düşüklüklerinin nedenleri araştırılmış ve performansları arttırabilmek için neler yapılabileceği üzerinde durulmuştur. Ergüler (2007), ise Türkiye’de ki bir metal madeninde yeraltında kullanılan bazı makinelerin (Cubex-delik delme makinesi; Solomatik-katlar arası delik delme makinesi; Bolter-kaya saplaması yerleştirme makinesi; Otomatik kepçe) performans ölçümlerini yaparak işletme verimliliğini değerlendirmeye çalışmıştır. Söz konusu makinelerin çalışma durumları, net çalışma, hazır halde bekleme, tamir bakım ve durma zamanı olarak 45 günlük sürelerle, her bir makine için ayrı ayrı ölçülmüştür. Makinelerin verimliliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan önemli faktörlerden olan kullanım oranları (mekanik, fiziksel ve efektif) her bir makine için

hesaplanmıştır. Böylece elde edilen sonuçlara bağlı olarak tam mekanize çalışan ve diğer tam mekanize üretime geçmeyi düşünen ocak işletmelerine bu yönüyle ışık tutmayı amaçlamıştır.

Doğaltaş sektöründe kullanılan S/T makineleri, kalınlığı ve genişliği kalibre edilmiş plakaların doğrudan doğruya bloktan kesilmesi işleminde kullanılırlar. Bu tip makinelerde 100–300 cm çaplı büyük düşey disk (veya diskler) ve 35–50 cm çaplı küçük yatay bir disk bulunur. Genellikle plaka ve fayans üretiminde kullanılırlar. Katraklarla karşılaştırıldığında, birim m³ blok kesimi için harcadıkları su ve elektrik tüketimleri daha fazladır. Buna karşılık ilk yatırım-bakım masrafları katraklara göre daha azdır. S/T lerin kullanımlarındaki bir diğer amaç ise katraklar için uygun olmayan, küçük, takoz-kütük diye tanımlanan veya katrağa konulduğunda dağılma – parçalanma riski taşıyan blokların kesilmesidir [12].

S/T’lerde 2-3 cm kalınlığında, fayans için uygun ham plakalar üretilir. Düşey disk veya diskler belirli boyutta alınacak parçaya göre 30–40 cm derinlikte bloğu dilimler. Düşey disk sayısı 1–32 arasında olabilmektedir. Yatay disk ise, dilimlere ayrılmış bloğun alt kısımlarını keserek bloktan ayrılmasını sağlar. Kullanıcının tercihine göre, diskler düşey ve yatayda sıra ile kesim yapılabilirdiği gibi, aynı anda da kesim yapabilirler. Eğer çok sayıda düşey disk varsa, yatay kesim tüm blok dilimlendikten sonra; eğer tek disk varsa, geliş hareketi sırasında kesim işlemini gerçekleştirir [12,13,14,15].

Mermer bloklarından levha/plaka üretimi ve kesim teknolojisinde S/T makineleri farklı boyutlarda ve çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla mermer kesiminde kullanılan bu makinelerin performansı fabrikada yapılan üretimin karlılığını direkt olarak etkilemektedir. Genel olarak makine performansındaki düşüklüklerin temel kaynakları ise kesim esnasında makine ve makine dışı sebeplerden kaynaklanan zaman ve üretim kayıplarıdır. Bu noktada, S/T makinelerinin performansını arttırmak için performansı en sağlıklı şekilde ifade eden parametrelerin belirlenmesi, bu parametrelerin sürekli olarak ölçümü-denetimi ve sonrasında iyileştirme çalışmalarının hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bunun için, bu çalışmada, bir mermer fabrikasında bulunan ve faal olarak çalışan 4 adet S/T makinesinin, 2008 yılının Şubat ayı içerisinde 3 haftalık süreyle alınan ölçüm değerlerine bağlı performansları belirlenmiştir. Bunun için verilerine dayalı performans parametresi olarak kabul edilen verim, verimlilik ve etkenlik değerleri tespit edilmiş ve bu üç değere bağlı olarak makine performans indeksleri belirlenmiştir. Bu belirleme sonrasında performans düşüklüklerinin nedenleri araştırılmış ve performansı arttırabilmek için neler yapılabileceği üzerinde durulmuştur.

Bu çalışma kapsamında yukarıda belirtilen amaca yönelik olarak öncelikle tez konusuna ilişkin temel kavramlar açıklanmıştır. Ayrıca çalışmanın yapıldığı işletme ve buradaki S/T makineleri hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonra söz konusu makinelerin 2008 Şubat ayının ilk üç haftasına ait performans değerlendirmeleri yapılmış ve öneriler getirilmiştir. Sonuç bölümünde ise elde edilen sonuç değerlere ilişkin genel değerlendirmeler yapılarak bazı önerilerde bulunulmuştur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Performans Boyutları

Performans ölçüm ve denetiminin önemi aşağıda sıralanmıştır. Buna göre:

- İşletmenin devamlılığını sürdürebilmek için işletme içerisinde performans ve verimlilik anlayışını oluşturmak ve devam ettirebilmek gerekir.

- Yönetimin temel görevleri olan planlama, yöneltme, uygulatma, kontrol etme işlevlerinin sağlıklı bir şekilde yerine getirilmesi için işletme performansına ait bilgilerin sürekli yönetime beslenmesi gerekmektedir. Böylece sisteme ne zaman nerede müdahale edileceğini bilmek mümkün olur.

- İşletmenin mevcut ve potansiyel sorunlarını erken belirleyerek gelişme gerektiren alanları saptamak mümkün olur.

- Gerçekleştirilen etkinliklerin sonucunu değerlendirmek ve ilgili bilgilerin tüm düzeylere iletimini sağlamak mümkün olur.

- Yapılan ölçümler ve bu ölçümlerin değerlendirilmesi sonucunda işletme içerisindeki kişiler arasındaki iletişim sağlanmakta veya optimize edilmekte ve kişisel gelişim sağlanmaktadır. Ortaya çıkan kişisel gelişim örgütsel gelişime de katkı sağlamaktadır [2,4].

Akal, 2002'ye göre bir işletme açısından performans kavramı ve boyutları zamana bağlı olarak değişimler göstermiştir. Esasta bu değişimlerin temel sebebi yönetim anlayışlarının değişmesidir. Geleneksel yönetim anlayışında en düşük maliyette en yüksek karı ve üretimi elde etmek amaçlanırken, günümüzün rekabetçi koşullarında müşteri memnuniyeti, kalite, yenilik, ekip çalışması ve yaratıcılık gibi kavramlar önem kazanmıştır. Dolayısıyla günümüz yönetim anlayışında performans daha geniş boyutta incelenmekte ve ölçülmektedir. Örneğin klasik anlayışta performans kavramı verimlilik kavramı ile özdeş kabul edilmesine rağmen, günümüz anlayışında verimlilik performansın sadece bir boyutu olarak kabul görmektedir. Genel olarak örgütsel bir sistemde performans kavramı 7 ayrı performans boyutu ile birlikte tanımlanmaktadır. Bu boyutlar; etkenlik, verim, verimlilik, kalite, yenilik, çalışma yaşamının kalitesi ve karlılık olarak karşımıza çıkmaktadır. İşletme bazında iyi bir performans ölçüm sistemini karabilmek için işletmenin tüm yönetim görevlerine (planlama, örgütleme, yönetme, kontrol, geliştirme) yönelik çok yönlü bilgi sağlanması ve örgüt performansını etkileyen 7 boyutun ve bunlar arasındaki ilişkilerin göz önüne alınması gerekmektedir. Bununla beraber

işletme bazındaki performans değerlendirme ve ölçümlerinde, işletmenin önceliklerine, amaç ve hedeflerine hatta yönetimin değer ve isteklerine bağlı olarak bu 7 boyuttan bazıları seçilmekte veya bu boyutlara farklı ağırlıklar verilebilmektedir. Bununla beraber boyutların önemi, önceliği ve sayısı incelenen analiz birimine bağlı olarak da değişebilmektedir. [2,3,4].

Bu kavramlardan ilki olan etkenlik; örgütlerin tanımlanmış amaçlarına ulaşmak amacıyla gerçekleştirdikleri etkinliklerin sonucunda bu amaca ulaşma derecesi olarak tanımlanmaktadır. Amaçların gerçekleşme düzeyini işletmenin çıktıları ile ilişkilendirerek belirler. Bundan dolayı etkenlik işletme düzeyinde toplam performansı yansıtan en önemli performans boyutudur. Doğru işlerin yapılması olarak ta tanımlanan etkenlik aşağıdaki gibi tanımlanır [2];

$$\text{Etkenlik} = \frac{\text{Gerçekleşen çıktı}}{\text{Beklenen çıktı}} \quad [1]$$

Burada elde edilen etkenlik değeri 1 den büyükse örgütler beklenenden daha etken, düşükse beklenenden daha düşük performansa sahiptir. Makul etkenlik değeri 1'dir (Akal, 2002).

Performansın bir diğer boyutu olan verim ise ürün ve hizmet süreci içinde üretim kaynaklarının ne düzeyde ve nasıl kullanıldığını gösteren performans boyutudur. Verim, işletmenin çıktıları ile değil girdileri yani kaynak tüketimi ile ilgilidir. Amaçlara değil araçlara yöneliktir. Yani işlerin doğru yapılıp yapılmadığını belirler. Bir işletme etken olduğu halde verim düzeyi düşük veya tersi bir durum da söz konusu olabilmektedir.

$$\text{Verim} = \frac{\text{Tüketilengirdi(kaynak)} \times 100}{\text{Po tan siye lg irdi(kaynak)}} \quad [2]$$

Verim oranının 1 olması standart verim düzeyini, 1 den büyük olması ise standarttan daha yüksek verim düzeyini ifade eder [2].

Diğer bir performans boyutu olan verimlilik ise bir üretim sürecinin çıktısının ne kadar girdi (kaynak) kullanılarak elde edildiğini açıklar. Dolayısıyla en yüksek verimlilik en düşük kaynak harcaması ile en yüksek sonuca ulaşmanın ifadesidir. Eğer herhangi bir üretim biriminde. o birimde kullanılan malzeme, makine, işgücü, enerji ve yönetim kaynaklarının bileşiminden daha önceki dönemlere göre daha fazla ve daha iyi ürün elde edilmişse o birimin verimliliği artmış olur. Verimliliğin en genel ifadesi;

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıkt}}{\text{Girdi}} \quad [3]$$

Günümüzde verimlilik; çıktı / girdi nin yanında pek çok kaynağın etkileşimi göz önüne alınarak belirlenmektedir. Örneğin kalitenin göz ardı edildiği verimlilik değerlendirmeleri anlamlı değildir. Verimlilik artışı; işletme düzeyinde uzun vadede, daha düşük maliyet ve daha yüksek karın bir göstergesi olmakla beraber, üretim artışı her zaman verimlilik artışını ifade etmemektedir. Dolayısıyla verimlilik analizleri ancak verim analizleriyle beraber yapılırsa anlamlı olmaktadır [2,3].

Her işletme belirlediği hedeflere ulaşabilmek için kendi yapısına uygun olarak performans göstergelerini geliştirmek, nelerin nasıl ölçüleceğine karar vermek ve performans ölçümlerini sürekli yaparak elde edilen sonuçları doğru bir şekilde yorumlayarak iyileştirmeler yapmak zorundadır. Bunun için ise öncelikle performans kavramının boyutlarının tam olarak bilinmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada bir mermer fabrikasında faal olarak kullanılan S/T makinelerin performansı incelendiğinden üretim kaynaklarının kullanımına ilişkin boyutlar (göstergeler) dikkate alınmıştır. Yukarıda bahsedilen ilkeler doğrultusunda etkenlik, verim ve verimlilik boyutları seçilerek bunlar üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır.

2.2. Üretim Kaynaklarının Temel Performans Boyutları

Üretim kaynaklarının performansının ölçümünde ağırlıklı olarak kullanılan 3 temel boyut etkenlik, verimlilik ve verimdir. Bu göstergelerin sağlıklı olarak hesaplanabilmesi ve yorumlanabilmesi için iş etütleri ile yapılacak ölçümlerden elde edilecek verilere ihtiyaç duyulur.

Bir üretim kaynağının veya bir makinenin etkenliği kapasiteye bağlı olarak belirlenmekte olup aşağıdaki şekilde ifade edilir [2,3,4].

$$\text{Etkenlik} = \text{Kullanılan kapasite} / \text{Kuramsal (Kullanılabilir veya Planlanan) kapasite} [4]$$

Bir makinenin verimliliği ise girdi ve çıktıya bağlı olup aşağıdaki göstergeyle belirlenmektedir.

$$\text{Makine Verimliliği} = \frac{\text{Üretimin fiziksel (parasal) değeri}}{\text{Kullanılan makine saatleri (Toplam makine giderleri)}} [5]$$

Makine girdisi verim oran göstergelerini açıklamadan önce bu oranın hesaplanmasında kullanılacak temel kavramların açıklanması faydalı olacaktır. Bu kavramlar:

Kuramsal makine süresi: Belli bir devre içinde bir makinenin ya da makine grubunun çalışabileceği en uzun süredir. (Örneğin haftada 168 saat ya da günde 24 saat gibi)

Kullanılabilir makine süresi: Devam süresi içinde bir makinenin çalışabileceği süredir. (Örneğin bir iş günü ya da iş haftası – hizmet dışı süreler + ek çalışma süresi)

Boş makine süresi: Makinenin üretim ya da diğer yan işlerin yapılmasına hazır olmasına karşın iş. Malzeme, enerji ya da işçi yokluğundan dolayı çalıştırılmadığı süredir.

Makine hazırlık süresi: Değiştirmeler, ayar, kurma, sökme, temizlik vb. gibi nedenlerle makinenin geçici olarak kullanılmadığı sürelerdir.

Makine duruş süresi: Makinenin bozulma ve bakım gibi nedenlerle üretimde kullanılmadığı sürelerdir.

Makine çalışma süresi: Makinenin fiili olarak çalıştığı süredir. Buna göre;

Makine çalışma süresi = Kullanılabilir makine süresi – makine duruş süresi – boş makine süresi – makine hazırlık süresi

Standart makine çalışma süresi (standart zaman): Makinenin en uygun koşullarda üretime harcaması gereken süredir [2].

Açıklanan bu kavramları kullanarak makine verim oranları aşağıdaki ifadelerle belirlenir;

$MVO_1 = \text{Makine çalışma süresi} / \text{Kullanılabilir makine süresi (veya kuramsal makine süresi)}$ [6]

$MVO_2 = \text{Standart makine çalışma süresi} / \text{Makine çalışma süresi (veya kullanılan makine süresi)}$ [7]

(Akal. 2002).

2.3. Dairesel Testereli Blok Kesme (S/T) Makineleri

S/T makineleri genelde mermer ve granit fabrikaları tarafından kullanılan blok kesici makinelerdir. Daha çok blok veya molozlardan plaka ve fayans üretiminde kullanılırlar. Mermer sektöründe üretiminin yaklaşık %60-70'lik kısmı S/T lerle yapılmaktadır. Çok amaçlı kullanılan S/T makinelerinin genel kullanım alanları aşağıda sıralanmıştır [12].

- Düzensiz blokların kazanılması,
- Değişik kalınlıklarda plaka üretimi,

- Çok amaçlı kullanılabilmesi, esnekliği,
- Yarı mamul ve mamul elde edilmesidir.

ST makinelerinin, yapısı yatay ve dikey kesici diskli olup, genel yapıları itibariyle;

- Tek ayaklı,
- Çift ayaklı,
- Dört ayaklı olarak sınıflandırılmaktadır.

Bu makinelerde ortak özellik bir dikey testere, birde yatay testere bulunmasıdır. Dikey olarak 1200 mm. çaptan 3600 mm. çapa kadar olan testere kullanılmakta, yatay testere ise 350 – 500 mm. çapa sahip olabilmektedir. Bu makinelerde dikey testereyi çalıştıran ana motor 75-150 kW arasında değişmektedir. Yatay testereyi çalıştıran motor ise 25-35 kW'ya kadar çeşitli güçlerde [12,15].

Günümüzde birçok firma tarafından üretilerek piyasaya sunulmuş olan S/T makineleri vardır. Bu makinelerin temel işlevleri birbirine benzese de hepsinin de kendilerine göre küçük ayrıcalıkları vardır. Yapılan araştırmalar sonunda S/T kesim devir sayılarının mutlaka düzenlenmesi, her taş için uygun olan ayrı devir sayısına uygun olarak kesim yapılması gerekmektedir. S/T lerde dikey kesicinin çapına göre 650-900 dev/dak'lık devirler kullanılmaktadır. Başka bir ifadeyle, dönme hızları kesilecek kayaç türüne göre farklıdır (Granit;25–35 m/sn, Mermer;40–50 m/sn, Traverten;60–70 m/sn). Yatay testerede ise ortalama 1700-2500 dev/dak.'lık devirler uygulanmaktadır. Hidrolik sistem vasıtasıyla ilerlerler. Maksimum kesme derinliği disk çapına göre değişir. Takılabilir en büyük disk çapı motor gücüyle ilgilidir [14,15,16].

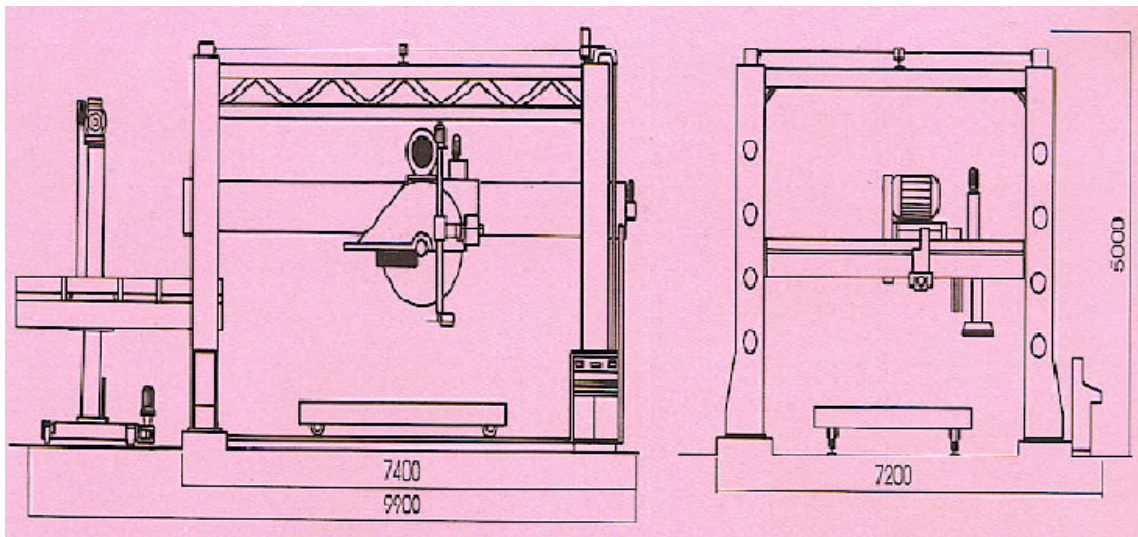
Mermer blok, vagon üzerine alınıp sabitlendikten sonra S/T makinesi dairesel testeresi altına çekilir ve dairesel testere çalıştırılır. S/T makinesinin karakteristiklerine bağlı olmak ve ekonomik sınırlar içerisinde kalmak şartıyla maksimum 65 cm (ekonomik ve teknik parametreler yönüyle 65 cm' den büyük kesimler için genellikle katraklar kullanılır) enli mermer dilimler kesilebilir. Kesme kalınlık sınırı teknik olarak günümüz koşullarında 13.5–15.0 cm ise de, pratikte bu değer 7–8 cm' dir. S/T'ler de verim orta sertlikteki bir mermer için (8 saat) 65–70 m² arasında değişmektedir [12,14,15,17].

2.3.1. S/T türleri ve teknik özellikleri

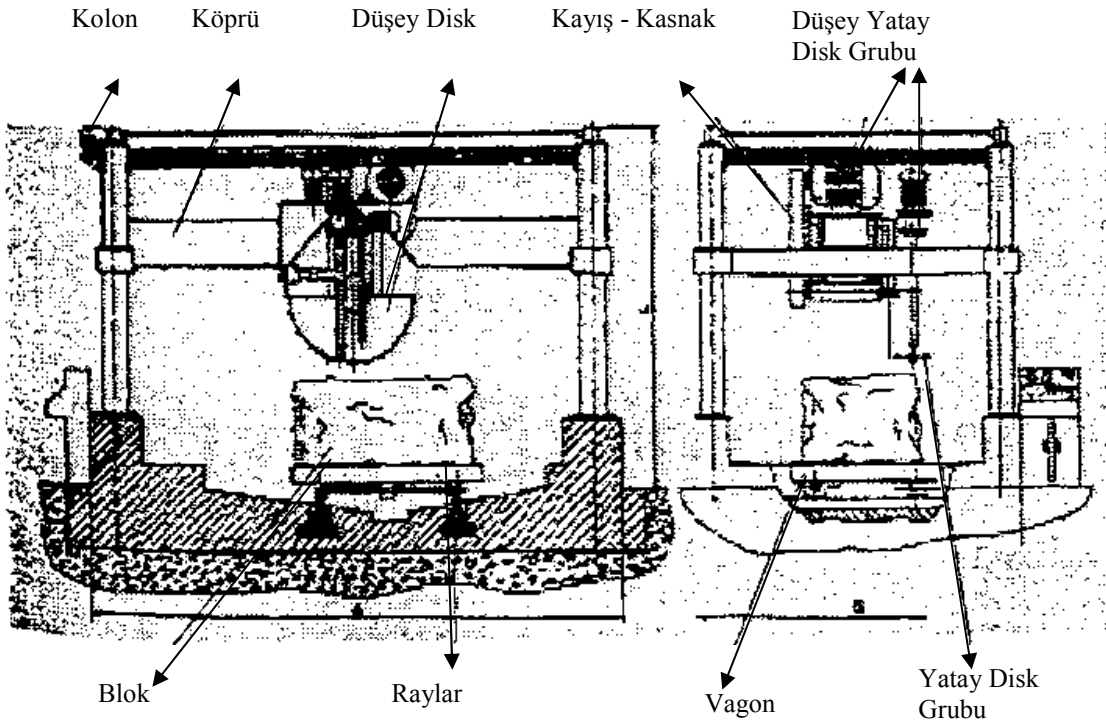
Bu çalışmada incelenen S/T makineleri dört ayaklı olduğundan bu bölümde sadece bu tür S/T ler hakkında bilgi verilmektedir. Bu makinelerde dört adet kolon ve bu kolonlar üzerine yerleştirilmiş bir köprü bulunmaktadır. Dört ayaklı S/T'ler de (Şekil 2.1;2.2;2.3) kesim esnasında araba sabittir ve hareket ettirilmez. Araba sadece mermer bloğun yerleştirilmesinde ve stok sahasında tezgâh altına taşınmasında kullanılır. Köprü hem aşağı yukarı, hem ileri geri, hem de sağa sola hareket kabiliyeti olduğundan hassas kesim yapabilir.



Şekil 2.1. Dört ayaklı S/T [17]



Şekil 2.2. S/T şematik görünümü [17]



Şekil 2.3. S/T elemanları [17]

Dört ayaklı S/T ler iki ayaklı S/T'lere oranla daha pahalı ve kesim hassasiyetleri ise daha yüksek makinelerdir. Bu nedenle hassas kesimler genelde dört ayaklı S/T'ler de yapılmaktadır. Köprünün kesme hareketini sağlayan ve testerelerin taşın içinde ilerlemesini sağlayan etki ise, genelde hidrolik sistemle sağlanmaktadır. Makinenin her türlü hareketi elektrik panosundan kontrol edilebilmektedir. Son yıllarda nümerik kontrollü bilgisayar sistemli makinelerde artık kesim işlemlerinde kullanılmaya başlamıştır.

S/T'lerde üretimin durumuna ve tezgâhın gücüne göre de iki veya daha fazla dikey testere takmak mümkündür. S/T'ler de kesici testerelerin ucunda elmas soketler bulunmaktadır. Soketler çeşitli büyüklükte, formda, elmas ve metal yapı olarak çeşitli sertlikte olabilmektedirler. Bu özellikler, kesilecek malzemeye, kesim hızına ve kesim şekline bağlıdır.

Ülkemizde kullanılmakta olan yerli üretim bir S/T (MKS) nin bazı teknik özellikleri Çizelge 2.1'de görülmektedir.

Çizelge 2.1. S/T teknik özellikler (MKS) [18]

Makine Özelliği	Birimi	Min.	Max.
Makine dikey testere çapı	mm	+1600	+1800
Çift dikey testere çapı	mm	+1200	+1200
Yatay testere çapı	mm	+450	+450
Ana motor gücü	kw	110	110
Yan testere motor gücü	kw	15	15
Yan testere (aşağı yukarı)	kw	0.55	0.75
Köprü sağa/sola hareket	kw	1.1	1.3
Kabin hareketi	kw	3	
Köprü (aşağı yukarı)	kw	3	
Yan testere hidrolik	kw	1.1	
Kullandığı su miktarı	lt/dk	70–90	5 Bar
Vagon motoru	kw	3	
Maks. Blok boyu	mm	3500	
Maks. Blok yüksekliği	mm	2400	
Maks. Blok eni	mm	2200	
Makine ağırlığı	kg	15000	15500

Yapılacak kesim işlemine uygun S/T makinesi seçimi kesim işlemlerinin daha verimli yapılmasında oldukça önemlidir. Bunun için S/T makinelerinin seçim işleminde dikkat edilecek belli başlı konular ise;

- Kesim boyutları (en, boy, yükseklik),
- Yatay ve dikey testerelerinin maksimum çapları,
- Kesim hassasiyetleri ve hızı,
- Yedek parça ve teknik servis desteğidir.

Bir S/T makinesi seçiminde bu önemli özelliklerin tümüne ilişkin ayrı ayrı değerlendirmeler yapılarak en uygun makine seçiminin yapılması gerekmektedir.

S/T makinelerini oluşturan en önemli elemanlar ise [17];

Kesim Arabası

Tamamen pik döküm demirden üretilir. Bu sayede güçlü ve ağır bir yapıya sahip olması nedeniyle kesim esnasında oluşan vibrasyonları absorbe etme özelliği kazandırılmıştır. Bu sistem komple yağ banyosu içinde çalışır ve çalışma ömrü en az 15 yıl civarındadır.

Köprü

Makinenin en önemli bölümlerinden birisi olan taşıyıcı köprü aşınmaya son derece mukavim GG 23-25 standardında özel alaşımlı pik dökme demirden imal edilir (Şekil 2.4). Bu malzeme özellikle korozyona ve aşınmaya karşı direnci yüksek aynı zamanda şok vibrasyon emme özelliğine sahiptir.



Şekil 2.4. S/T’de taşıyıcı köprü [117]

Yan Köprüler

Ana köprüyü taşıyan yan köprüler çelik konstrüksiyon olarak imal edilmektedir. Kayıcı yüzeyleri yağ banyoları içinde çalışarak paslanma ve aşınmaya karşı korunmuştur. Köprünün tahrik kısmına yakın olan kayıcı yüzeyleri, özel alaşımlı bronz kızaklar üzerinde çalışır. Böylelikle köprü hassas ve kararlı bir hatveleme yapabilme özelliğine sahiptir.

Kolonlar

S/T'ler 4 adet pik dökme demirden yapılmış kolonlar üzerinde çelik traversler ile kurulur. Kızak yüzeyleri özel kapaklarla toz ve sudan korunmuştur. Köprünün yukarı aşağı hareketi kolonların içine korumalı olarak yerleştirilen dört hassas vida ile sağlanır. Kesim hassasiyeti kolonlara ve köprü üzerine yerleştirilen enkoderlerle sağlanmaktadır.

Vagon

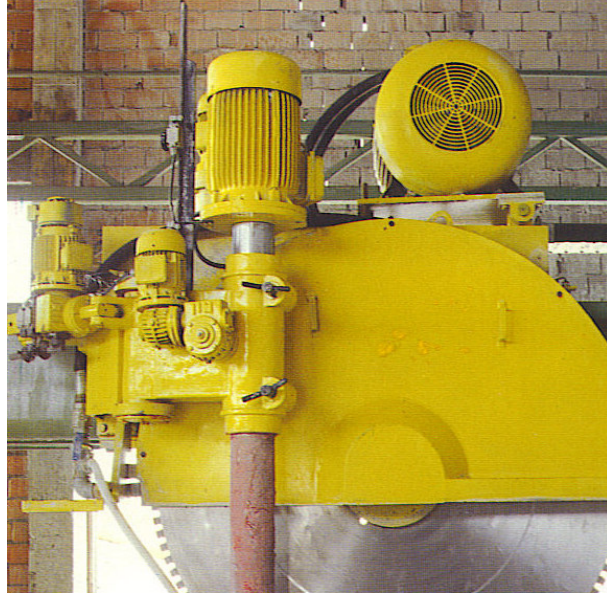
Blok taşıyıcı vagon çelik konstrüksiyon olarak imal edilir ve raylar üzerinde elektrik motoru vasıtası ile hareket eder. Makine ihtiyaca göre ön ve yan çıkışlı olarak üretilebilir. Standart makinede 1 adet vagon ve 6 m ray bulunmaktadır.

Kesim Kontrol Sistemi (SPC)

Yeni makineler klasik S/T makinelerinin çalışma sisteminden farklı olarak geliştirilmiş bir kesim kontrol sistemine sahiptir. Bu sistemde makine hatveleme işlemini yaptıktan sonra 3m/dak'lık bir hızla taşa doğru otomatik olarak yaklaşır. Böylece testerenin boşta kaldığı süre minimum düzeyde tutulur. Daha sonra testere taşa daha düşük bir hızla yaklaşık 15-20 cm keser. Böylece özellikle sert taşların kesiminde testerenin taşa hızlı girmesinden kaynaklanan kalınlık hassasiyetinin bozulması ve testerenin erken aşınıp balans yapması problemlerinin önüne geçilir. Daha sonra makine ayarlanan potansiyometre hızına geçerek kesim işlemini tamamlar.

Kesici Testereleler

S/T'ler de kullanılan kesici testereleler dikey ve yatay konumda olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Dikey testerele çapları 1200 mm ile 3600 mm arasında olabilmektedir (Şekil 2.5).



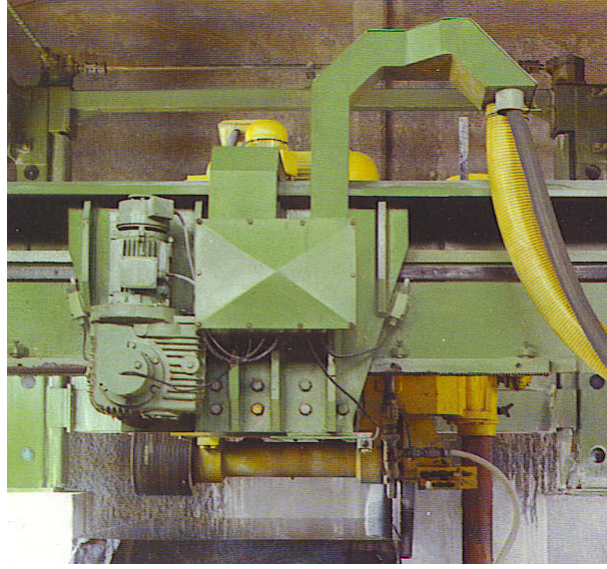
Şekil 2.5. S/T’de dikey testere [17]

Yatay testere çapları, 350 mm ile 500 mm arasında olabilmektedir. S/T’ler de dikey testereleer aynı mil üzerinde ve kayış kasnak vasıtasıyla bu grubun üzerinde bulunan elektrik motoruna bağlanırlar. Kesici diske göre devir ayarı, kasnakları değiştirmekle yapılmaktadır. Yatay testere ise motora kaplinli olarak aynı eksenle bağlanmakta ve yatay testerenin dikeye göre aşağı-yukarı hareketini sağlamak için bahsedilen bağlantı, bir boru içine yataklanmaktadır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. S/T’de dikey ve yatay testere kesim anı [17]

Ayrıca kesim esnasında meydana gelen tozun emilmesi için bir toz emme ünitesi ilave edilmiştir(Şekil 2.7).



Şekil 2.7. S/T'de toz emme ünitesi [17]

Kesimden sonra çıkan levhaların taşınması için S/T üzerine bir taşıyıcı birim ilave edilmiştir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. S/T'de taşıyıcı birim [17]

2.3.2. S/T kesim karakteristikleri

Tekno-mekanik açıdan, belli başlı S/T kesim karakteristikleri değişik çalışmalarda ele alınmıştır [12,13,14,15]. Bu özelliklerden bazıları;

- Testere türü, çapı ve et kalınlığı,
- Uygun soket seçimi, soket adedi ve kesilecek malzemeye uygunluğu,
- Kesim hızı,
- Kesim yüzeyi,
- Enerji tüketimi,
- Testere randımanı ve testere ömrüdür.

Kesilecek malzemenin türüne göre soketin seçimi, S/T karakteristiğinin en önemli parametrelerinden birisidir. Uygun soket seçilememesi gibi durumlarda, testerenin randımanının düşmesi, kesim hızının azalması, testerenin körelmesi, testere gövdesinin bozulması, enerji tüketiminin artması ve kesilen malzeme yüzeyinin bozulması gibi olumsuz etkilerinin meydana gelebilmektedir. Uygun soket seçiminde, kesilecek malzemenin sertliği ve aşındırıcılık endeksleri de önemli parametrelerdendir.

S/T karakteristiklerine etkiyen diğer parametreler ise; S/T' lerde kullanılacak disk çapı, motor gücü, devir sayısı, çevresel hız ve minimum su ihtiyacı gibi teknik parametrelerdir. Kullanılacak S/T ile ilgili bu teknik veriler, S/T imalatçısı firmalar tarafından imalat kataloglarında belirtilmektedir.

S/T'ler de kullanılan soğutma suyunun miktarı ve en az kullanım sınır değerinin belirlenmesi, makine performansına etkiyen önemli parametrelerden biridir. Genellikle kullanım esnasında, su bol miktarda ve testerenin her iki tarafına da eşit olarak dağıtılmalıdır. Suyun bol olarak kullanımı, basınç değerinin yüksek olmasından çok daha önemlidir. Az su kullanımı veya kullanılmaması, elmas uçların ömrünü önemli derecede azaltmakta ve kesim performansının ekonomikliğini en aza indirmektedir. Ayrıca soğutma suyu temiz olmalı ve efektif kullanım için filtre edilmelidir. Aksi takdirde kullanma suyunda bulunabilecek parçacıklar testerenin aşınmasına neden olarak testere ömrünü azalttığı gibi gövdenin de aşınmasına neden olabilmektedir.

Çok sert malzemelerin haricinde levha veya fayans kesimleri bir seferde tamamlanmalıdır. Genel olarak kabul edilen durum, kesilen malzemede ufak kırıklar olmaması

için testere, malzemenin altından en az 25 mm taşmalıdır. Granit, diyabaz gibi çok sert malzemelerin kesiminde ise kesim hızının düşmesi nedeniyle kesim işlemi iki ya da daha fazla seferde yapılmalı ve bu arada baskı kuvveti arttırılmalıdır. Kesim işleminin son aşamasında yine testerenin, malzemenin altından en az 25 mm taşmasına dikkat edilmelidir.

Kesilecek malzemenin cinsine ve sertliğine göre uygun olarak kullanılacak bir ST testeresinde bulunması gereken en uygun soket adedi de önemli bir kriterdir. Testeredeki toplam soket adedi arttığında, kesim sürecinde gerekli enerji miktarında da bir artışa ihtiyaç duyulmaktadır. S/T' lerde kesme işleminde diğer önemli bir faktör de kesim hızıdır. Kesim hızının yüksek olduğu durumlarda, soketler üzerinde bulunan elmas taneciklerinin bir kısmı henüz yeterli kesim işini yapmadan bağlantı yerinden kopmakta ve testerenin çabuk tükenmesine sebep olmaktadır. Düşük hızlarda ise elmasın kesme olayını gerçekleştirebileceği çarpma sürati düşeceğinden uyumsuz bir çalışma ortamı oluşmakta ve testerenin körelmesine neden olmaktadır.

Makinenin yeterli güce sahip olması, önemli bir parametre olup, bu güç testerenin çapına ve kesilecek malzemeye göre değişmektedir. Bu konuda yapılan bazı incelemelerin sonuçlarına göre, disk çapı ile motor gücü arasında değişik malzeme kesimleri için farklı maksimum ve minimum güç ihtiyacının olduğu belirlenmiştir. Edinilen tecrübelerde, granit kesimi için kullanılması gereken motor gücü değerinin, mermer-traverten ve kumtaşı gibi taşların kesiminde gerekli olan motor gücü değerinden daha fazla olduğu gözlenmiştir. S/T'ler de efektif bir kesim randımanı için yüksek motor gücü değeri seçilmektedir. Yüksek güç, birim zamanda kesim için aşınmaya daha dayanıklı olan elmas bağlantılarının kullanılmasına imkân verecektir. Pratik olarak kesim gücünün belirlenmesinde, bazı ampirik yaklaşımlar kullanılmaktadır.

S/T performansını etkileyen parametrelerden en belirgin olanları; çevresel hız, yüzey kesim hızı, su miktarı ve makine özellikleridir [12].

a. Çevresel Hız

Dairesel testerelelerde çevresel hızı, kesilecek taşın sertlik ve aşındırıcılığına bağlı olarak seçilir. İstenilen çevresel hızı karşılayacak motor devirleri testere imalatçısı firmalar tarafından verilmektedir. Gereğinden küçük çevresel hızlarda, elmasın kesme işlemini gerçekleştirebileceği çarpma hızı azalacağından verimsiz bir kesme işlemine neden olduğu gibi, testerenin aşınmasını hızlandırır. Gereğinden daha yüksek çevresel hız durumunda ise, soketler üzerindeki elmas tanecikleri yeterli kesme işlemi yapmadan matriksten kopmakta ve testerenin çabuk

tükenmesine neden olmaktadır. Polmak'a göre çevresel hız (m/sn) granit ve diabaz gibi sert taşlarda 30–50; traverten'de ise 50–65 civarında olmalıdır.

b.Yüzeysel Kesme Hızı

Yüzeysel kesme hızı birim zamanda kesilen malzeme miktarı olup, genellikle cm^2/dak olarak ifade edilir. Kesme hızını veren bağıntı:

$$V = (L * H) / t$$

Burada;

V=Kesme hızı (cm^2/dak)

L=Taşın uzunluğu (cm)

H=Taşın yüksekliği (cm)

T=Kesmeye harcanan süre (dak)

Kesme hızı, çevresel hız ile birlikte testereye uygulanan baskıya bağlıdır. Elmalı dairesel testerenin mermerlerdeki kesme hızı $500 \text{ cm}^2/\text{dak}$ civarındadır.

c. Su miktarı

Su, testerenin soğutulmasını ve kesilen kırıntıların kayaktan uzaklaştırılmasını sağlar. Yeterli miktarda suyun testerenin her iki yüzüne verilmesi gerekir. Su miktarı yeterli olduğunda basınç önemli değildir.

d.Makine

Makine sağlam yapıda olmalı ve titreşimsiz çalışmalıdır. Titreşim elmas soketlerin aşınmasını hızlandırır. Testerenin mili tam olarak merkezlenmelidir. Motor gücü, kullanılacak testere çapına ve kesimi yapılacak taşın cinsine uygun olmalıdır.

2.3.3. S/T'lerde kesme işlemi adımları

S/T lerde düzgün bir kesim yapmak için, kesim yapılmadan önce ve kesme sırasında yapılacak çeşitli işlemler vardır. Bu işlem adımlarının gerçekleştirilmesinde geçen süreler ölçülerek performans analizlerinde kullanılmaktadır. Bu prosedürlere ve sürelerle uyularak kesim yapılması kesme performansını oldukça arttırmaktadır [12,13,14,15,17].

- Öncelikle vagonun üzerine sabit ve geniş iki adet kalas, kesilecek blok veya molozun ağırlık merkezi dengelenecek şekilde yerleştirilir. Daha sonra bloğun kenarları vagon

kenarlarına paralel olacak şekilde dış vinç yardımıyla yerleştirilir ve alt kısımları alçı saman karışımıyla kalaslara yapıştırılır. Böylelikle blok kesim esnasında herhangi bir şekilde kıpırdamaz. Daha sonra vagon içeriye, makinenin altına alınır. Bu anda diskler en üst ve ön kısımdadır.

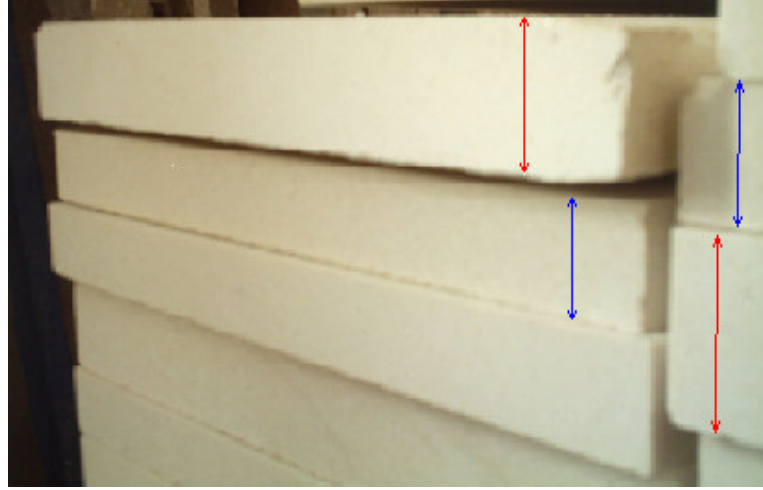
- Daha sonra diskler elle kumanda ile blok seviyesine indirilerek blok kenarlarına paralelliği kontrol edilir. Uygun değilse düzeltilir. Kesme işlemine başlamadan önce sisteme su verilir. Diskler çalıştırılmaya başlanılarak üst kısımdan taranılarak atılacak olan 5-10cm'lik kısmı kadar aşağı indirilir ve tarama işlemine geçilir. Tarama işleminde amaç blok veya molozun üst kısmının tamamen düzgün hale getirilmesidir. Tarama işleminde genelde 5–10 cm. kalınlığında parçalar kesilip alınmakta ve makinenin yanında bekletilen atık kazanlarına atılmaktadır. Tarama işlemi bitiminde dolan bu atık kazanları pasa döküm sahasına atılır.

- Üst kısım taranılarak düzleştirildikten sonra düşey disk alınmak istenilen genişlik + yatay diskin soket kalınlığı kadar aşağı indirilir. Düşey disk bloğa giriş ve çıkış işlemleri sırasında düşük ilerleme hızları ile kesim yapılmalıdır. Çünkü disk bu esnalarda blok yüzeyleri ile daha az temas etmekte ve aşırı zorlanmalar ile titreşimler oluşmakta bunun sonucu olarak da disk normal ekseninden çıkıp hatalı kesim yapmaktadır. Blok içerisinde ise normal kesim hızı ile ilerleme yapılmalıdır. Normal plaka kesme işlemine geçilerek kesilen her plakanın ya işçi tarafından ya da vakumlu kaptırmalarla alınmasıyla tüm kademe boyunca devam edilir. Ancak sert taşların kesilmesinde diskler bu mesafeyi 5-10cm'lik adımlar halinde iner. İlk kademe kesimi bitiminde düşey disk ilk konumuna yani bloğun ön kısmına getirilerek tekrar alınacak genişlik kadar aşağı indirilir. Bu işlemler alınabilecek bütün kademelerin kesilmesi süresince tekrarlanır.

- Bloktan alınabilecek tüm plakalar alındıktan sonra geriye kalan ve kapak olarak isimlendirilen kısım ile makinenin altında kalan kesim sırasında oluşmuş toz atıkları vagon üzerine alınarak dışarıya çıkartılır. Dışarıda hazır olarak bekletilen ikinci vagon içeriye alınmadan önce makinenin alt kısmı tamamen temizlenir ve yapılacak bakım varsa bunlar yapılır.

2.3.4. S/T ile yapılan kesimlerde kalite sorunları

S/T' lerde karşılaşılan en önemli kalite sorunlarından biriside kesilmiş malzemenin kalınlıklarının homojen bir yapıya sahip olmamasıdır (Şekil 2.9). Yamuk kesim ve kesim sırasında meydana gelen üründeki kırılma ve çatlamalardır [12,13,17,19].



Şekil 2.9. S/T kesim kalınlık problemi

Bu sorunların belli başlı oluşum nedenleri;

- Testerelerde soket eksikliği: Bu durumda kalınlık problemleri ve yamuk kesim olabilir. Kesim kalitesi ve otomatik olarak ürün kalitesi düşer.
- Testere kalınlıklarının ayarlanmaması: Dalgalı kesim riskini arttırarak kırılmalara ve çatlamalara neden olur.
- Testere flanş ve millerinin iyi sıkılmaması: Bu durumlarda testere balans yapmakta ve kesimde kalınlık problemleri ile yamuk kesim sorunları oluşmaktadır.
- Redüktörler, yataklar ve sayımı yapan aksamalarda boşlukların olması: Bu durumlarda da kalınlık problemleri yaşanmaktadır.
- Köprü ve vagon tekerlerinin millerinde boşluk olması: Taşın kesim esnasında vagonun ve testerenin hareket etmesine neden olmakta ve bu da kalınlık problemi ve yamuk kesim hataları vermektedir.

- Bloğun kesim yönü ve şeklinin katrağa uygun konulmaması: Testereleler ile bloktaki çatlak düzlemi birbirine paralel konulmazsa kesim esnasında taşlarda kırılmalara ve çatlamalara ve bunlara bağlı olarak plaka boyutlarının düşmesine neden olmaktadır.

- Su miktarının, temizliğinin ve basıncının iyi ayarlanmaması: Suyun gereğinden az miktarda verilmesi, taşta veya testerelelerde yanmalara, gereğinden çok miktarda verilmesi ise testerenin taş üzerinde kaymasına neden olmaktadır. Ayrıca suyun temiz ve basıncının iyi olmaması durumunda kesimde oluşan toz ve parçacıklar ortamdan uzaklaşmaz. Bunlarda kalınlık ve kesim hatalarına neden olur.

- Kesim hızının iyi ayarlanmaması: Bu durum testere ve taşta yanmalara neden olmakta ve buna bağlı olarak kesim kalitesi düşmektedir.

- Elektriksel ve mekaniksel arızalar: Voltmetre ve ampermetredeki sorunlar taşta kalınlık problemlerine neden olmaktadır.

Bu problemlerin ortadan kaldırılması için;

- Testere dişlerinde (soketlerinde) eksiklik olup olmadığı, varsa kalınlık problemleri kontrol edilmelidir.

- Dalgalı kesim riskini arttırarak kırılmalara ve çatlamalara sebebiyet vermemek için testere kalınlığının iyi ayarlanması gerekir.

- Testerenin balans yapmaması, kalınlık problemi ve yamuk kesim olmaması için testere flanşlarının ve millerinin iyi sıkılması gerekir.

- Kalınlık problemlerinin olmaması için redüktörler, yataklar ve sayımı yapan aksamalarda boşluklar olmamalıdır.

- Köprü ve vagon tekerlerinin millerinde boşluk olması, taşın kesim esnasında vagonun ve testerenin hareket etmesine ve bu da kalınlık problemi ve yamuk kesim hatalarını vermesine neden olur. Bunu engellemek için köprü ve vagon boşluklarının olmaması gerekir.

- Testereleler ile bloktaki çatlak düzlemi birbirine paralel konulmazsa kesim esnasında taşlarda kırılmalara ve çatlamalara buda plaka boyutlarının düşmesine neden olmaktadır. Bunun için bloğun kesim yönü ve şeklinin S/T'ye uygun konulması gerekir.

- Suyun az miktarda verilmesi, taşta veya testerelelerde yanmalara. çok miktarda verilmesi ise testerenin taş üzerinde kaymasına neden olabilir. Su temiz ve basıncı iyi olmazsa

kesimde oluşan toz ve parçacıklar ortamdand uzaklaşmaz. Bunlarda kalınlık ve kesim hatalarına neden olmaması için su miktarının, temizliğinin ve basıncının iyi ayarlanması gerekir.

- Kesim hızının iyi ayarlanmaması testere ve taşta yanmalara neden olarak kesim kalitesini dūřürür. Bu nedenle kesim kızı iyi ayarlanmalıdır.

3. İŞLETMENİN TANITILMASI

3.1. İşletme Hakkında Bilgiler

Bu tez çalışması uygulamasının yapıldığı söz konusu işletme özel sektörde faaliyet göstermektedir. 1970 yılında mermer kesim ve satışı ile başladığı ticari faaliyetlerine 1986 yılından itibaren kesilmiş blok ve levhaların yurtiçi ve yurtdışına satışını yaparak devam etmiştir. Halen İstanbul ve Bursa'da 6800 m² si kapalı ve 45000 m² si de açık olan iki ayrı fabrikada yıllık yaklaşık 300000 m² kesim kapasitesine sahiptir. 1996 yılından itibaren Avrupa Birliği, Ortadoğu ve Uzakdoğu ülkelerine ihracat yapmaya başlamıştır. Önümüzdeki yıllarda yaklaşık 20 milyon \$ civarında satış cirosu yapmayı hedeflemektedir [20].

Bu çalışmanın yapıldığı fabrika Bursa ' da bulunmaktadır. Fabrikada 80 kişi çalışmaktadır. Burada genel olarak 15 farklı türde bej mermer işlenmektedir. Bu ürünlerden en belirgin ikisi perlington bej ve klasik bejdir. Her iki üründe iç ve dış kaplama, yer döşeme, dekorasyon, anıt, heykel yapımında kullanılmaktadır. Blok ve plaka verme durumu, kenar köşe kesilmesi, şekillendirilebilme yeteneği, kesilebilme hızı ve cilalanabilmesi iyidir. Paslanma tehlikesi yoktur. Kayaçların kesilmiş halde görünüşleri Şekil 3.1, ve Şekil 3.2. de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Klasik bej [20]



Şekil 3.2. Perlington bej [20]

Her iki kayacında fiziksel ve mekanik özellikleri birbirine çok yakındır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Üretilen kayaçların fiziksel ve mekanik özellikleri [20]

Sertlik (Mohs)	4
Birim hacim ağırlığı (g/cm^3)	2.68
Özgül ağırlık (g/cm^3)	2.70
Su emme (ağırlıkça) (%)	0.2
Porozite (%)	0.5
Serbest basınç direnci (Kg/cm^2)	1.665
Don sonrası serbest basınç direnci (Kg/cm^2)	1.335
Çekme direnci (Kg/cm^2)	744
Aşınma direnci ($cm^3/50cm^3$)	14.49
SiO_2 (%)	0.1
Fe_2O_3 (%)	<0.1
CaO (%)	55.25
MgO (%)	0.20

İşletmeye ait ocaklarda klasik elmas tel kesme yöntemiyle blok üretimi gerçekleştirilmektedir. Klasik bej ocağı (Şekil 3.3) ve perlington bej ocağı (Şekil 3.4)'de görülmektedir.



Şekil 3.3. Klasik bej ocağından bir görünüm [20]



Şekil 3.4. Perlinton bej ocağından bir görünüm [20]

3.2. İşletmede Kullanılan S/T Türleri ve Özellikleri

İşletmeye ait mermer fabrikasında iki farklı marka 4 ayaklı S/T makinesi kullanılmaktadır. Bunlar Esmaş (1 adet), Sermak (2 adet) ve Pedrini (1 adet) tir. Bu makinelere ilişkin genel özellikler aşağıda verilmektedir.

1. Esmaş 4 Ayaklı S/T

İşletmeye ait mermer fabrikasında kullanılan S/T lerden 1 adedi Esmaş 4 ayaklıdır (Şekil 3.5). Bu makine daha çok 2 cm. lik ancak azda olsa 2.1 ve 3 cm. lik de levha kesimlerinde kullanılmaktadır.



Şekil 3.5. Esmaş 4 Ayaklı S/T [19]

Çizelge 3.2. Esmaş 4 Ayaklı S/T Teknik Özellikleri [19]

Dikey testere motoru (HP)	180-200
Yatay testere motoru (HP)	20-25
Yatay testere otomatik hareket motoru (HP)	1
Köprü yatay hareket motoru (HP)	4
Köprü indirme-kaldırma hareket motoru (HP)	3
Kesim hareket motoru (HP)	5.5
Blok vagonu hareket motoru (HP)	3
Dikey testere çapı (mm)	800-1700
Yatay testere çapı (mm)	400-450
1000 mm'lik testere ile blok kesimi (mm)	3800
Blok uzunluğu (mm)	3800
Blok genişliği (mm)	3800
Blok yüksekliği (mm)	2250

2. Sermak 4 Ayaklı S/T

İşletmeye ait mermer fabrikasında kullanılan S/T lerden 2 adedi de Sermak 4 ayaklıdır (Şekil 3.6). Bu makinelerde Easmaş S/T makinesi gibi daha çok 2 cm. lik ancak azda olsa 2.1 ve 3 cm. lik de levha kesimlerinde kullanılmaktadır.



Şekil 3.6. Sermak 4 Ayaklı S/T [17]

Çizelge 3.3. Sermak 4 Ayaklı S/T Teknik Özellikleri [17]

Max blok ebatları (Ø1200mm disk ile) (cm)	320 x 220 x 220
Dikey disk çapı (cm)	100–170
Ana motor gücü (Hp)	180
Disk taşıyıcı araba motor gücü(Hp)	4
Yatay disk çapı (cm)	45
Yatay disk motor gücü (Hp)	25
Köprü yatay hareket motor gücü (Hp)	2
Köprü dikey hareket motor gücü (Hp)	5
Ağırlık (kg)	18500
Toplam elektrik gücü (kW)	160

3. Pedrini 4 Ayaklı S/T

İşletmeye ait mermer fabrikasında kullanılan S/T lerden 1 adedi de Pedrini 4 ayaklıdır (Şekil 3.6). Yine bu makinede Esmaş makine gibi daha çok 2 cm. lik ancak azda olsa 2.1 ve 3 cm. lik de levha kesimlerinde kullanılmaktadır.



Şekil 3.6. Pedrini 4 Ayaklı S/T [21]

Çizelge 3.3. Pedrini 4 Ayaklı S/T Teknik Özellikleri [21]

Max blok ebatları (Ø1000mm.lik disk ile) (mm)	3200 x 2250 x 2150
Dikey disk çapı (mm)	800–1700
Max. Levha genişliği (mm)	650
Max. Levha kalınlığı (mm)	60
Düsey testere motoru (kW)	132
Yatay disk çapı (mm)	400
Yatay disk motoru (kW)	18.5
Soğutma suyu (min. 1.5 bar basınçla) (lt./dak)	300
Genişlik (mm)	5000
Uzunluk (mm)	9155
Yükseklik (mm)	4550
Trolley hareketi motoru (kW)	3
Köprü geçiş hareketi motoru (kW)	0.55
Köprü düşey hareket motoru (kW)	0.55
Ağırlık (kg)	13000
Toplam elektrik gücü (kW)	160

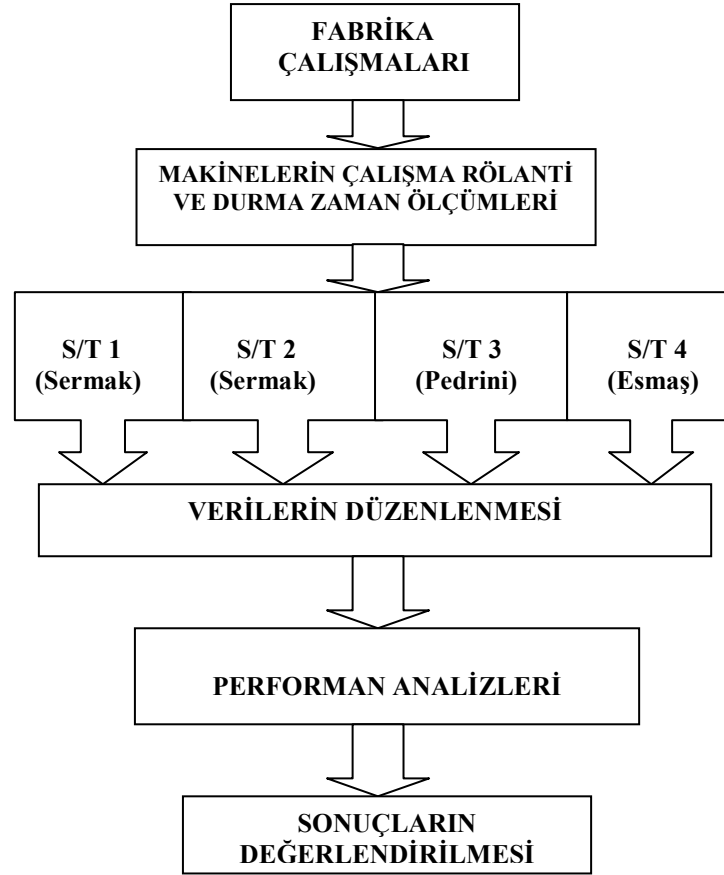
4. S/T MAKİNELERİ PERFORMANS ANALİZİ YÖNTEMİ

Bu tez çalışmasında yapılan hesaplamalar ve analizler bir işletmenin tüm makine kapasitesi için bütün olarak ele alınabileceği gibi belli bir bölüme ait makinelerin günlük, haftalık, aylık ya da yıllık dönemler için hesaplanabilmektedir. Nitekim bu çalışmada 3 haftalık verilerle işletmenin sadece S/T makinelerinin performansı analiz edilmiştir.

4.1. Yöntem

Bu çalışma kapsamında, mermer sektöründe yaygın olarak kullanılmakta olan S/T makinelerinin çalışma durumları incelenmiş, net çalışma, tamir-bakım ve durma zamanı olarak, 3 haftalık sürede ve her bir makine için ayrı ayrı ölçümler alınmıştır. Alınan ölçümler değerlendirilerek her bir makineye ait kullanım oranı değerleri hesaplanmıştır. Buradan elde edilen sonuçlara dayanarak makinelerin incelenen fabrika içerisinde verimli bir şekilde kullanılıp kullanılmadıkları ortaya konulmuştur. Bu çalışma sırasında takip edilen tüm işlem adımları Şekil 4.1. 'de verilmiştir.

Burada öncelikle fabrika çalışmaları aşamasında bazı gözlemler yapılarak S/T makinelerinin çalışma biçimleri, operatörlerin kesim uygulamaları incelenmiştir. Ayrıca S/T kesim karakteristiklerine ait tüm parametreler gözlemlenmeye çalışılmıştır. II. aşama olan S/T'lere ait çalışma, yavaşlatılmış ve durma süreleri ölçülerek uygulamalara ilişkin bilgiler alınmıştır. Alınan bu veriler her bir makine için ayrı ayrı tasnif edilmiş ve S/T performans analizleri yapılmıştır. Sonuçların değerlendirilmesinde etkenlik, verim ve verimlilik oranları üzerinde durulmuştur. Her bir oranın ayrı ayrı değişimi irdelenmiş ve yorumlanmıştır. Ayrıca her bir S/T için performans indeksleri belirlenmiş ve yorumlanmıştır. Bu değerlendirmelerde kesilen kayaçların aynı olması, makinelerin farklılığı, operatör farklılığı gibi sonucu etkileyen parametreler dikkate alınarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma işlem aşamaları

Bu çalışmanın yapılabilmesi için gerekli olan makine çalışma saatleri, üretim miktarları ve durma süreleri, işletmenin 2008 yılının şubat ayı ilk üç haftasında kayıt altına almış oldukları veriler kullanılarak temin edilmiştir. Yapılan hesaplamalarda, makinelere ilişkin 3 hafta süreyle elde edilen verilerden; her bir makine için verim oranı, verimlilik ve etkenlik değerleri hesaplanmıştır. Burada bir makinenin verim oranı çok yüksek olmasına karşın o süre zarfında yapmış olduğu çalışma az olabilmekte bu da verimliliği düşürmektedir. Çalışma içerisinde verim oranı, verimlilik ve etkenliğin yanında, verim oranı, verimlilik ve etkenliğin çarpımıyla elde edilmiş olan makine performans indekslerinin de kullanılması, makine hakkında doğru bir yargıya varılabilmesi açısından daha yararlı olacağı düşünülmüştür.

Verim oranının maksimum olması durumunda dahi o makine için “çok iyi performansla çalışılmıştır!” denilmez. Çünkü %100 verimle çalışmış bir makine, dikkate alınan dönemde sürekli olarak çalışmış, ancak yeterli miktarda üretim gerçekleştirememiş olabilir. O nedenle her

bir makine için verim, verimlilik ve etkenlik oranları ile performans indekslerinin ayrı ayrı yorumlanmasında yarar vardır.

Yapılan çalışmada dikkate alınan bazı önemli kabuller aşağıda sıralanmıştır.

- Öncelikle ortalama uzunluğu 1500 cm olan 7.2 m³ lük standart bir bloktan her ebat için kaç adet levha üretiminin gerçekleştiği bulunmuştur. 7.2 m³ lük blok ölçüsü bu fabrikada genel olarak standart bir ölçü olarak alınmaktadır. S/T makineleri kesim işlemi sırasında her bir dilimde bloktan 1 cm bıçak payı yemektedir. Bu nedenle yapılan işlemler 1 cm fazla kalınlık dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Ayrıca ilk ve son dilimler düzensiz yüzeylerinden ötürü kullanıma müsait olmadığından kesilip atılmaktadır. Bu uygulamaya traşlama adı verilmektedir. Fakat işlem bazen daha yüzeysel de kesilebildiğinden değerler tam olarak dilim kalınlığı yerine ortalama kalınlık olarak alınmıştır.

- Levhaların alanları tespit edilerek bir bloktan elde edilen levha sayısı ile çarpılmıştır. Böylelikle bir bloktan kaç m² levha üretimi gerçekleştiği bulunmuştur. Burada diğer bir amaçta daha sonra işletmeden alınan üretim verilerinin değerlendirilmesinde daha doğru analizlerle daha doğru sonuca ulaşmaktır.

- Üretim kalınlıkları arttıkça, bloktan çıkacak levha sayısı da azalmaktadır. Diğer bir deyişle daha ince levha kesimi gerçekleştikçe blok başına düşen m² bazında üretim fazla olacaktır. Bu durum, makineler aynı koşullarda karşılaştırıldığından ve üretim blok âdeti değil m² cinsinden ele alındığından, sonuçların değerlendirilmesinde yanıltıcı bir sonuç göstermeyecektir. Ancak blokların kesim için vagona yüklenmesinde geçen süreler farklı olabilmektedir. Ayrıca, örneğin testerenin kesim esnasında birkaç cm yana gelmek için harcadığı süre belki birkaç sn. ancak tüm bloklar için toplamda bir süreye denk gelebilmektedir.

- Her bir makinenin ne kadar blok kestiğinin bulunması için ise makine başına elde edilen toplam üretim değeri (m²), bir bloktan elde edilecek ortalama üretim değerine bölünerek belirlenmiştir. Böylelikle ayrı ayrı her bir makine için blok sayısı cinsinden de ne kadar üretim gerçekleştirdiği bulunmuştur.

- Daha sonra işletmeden elde edilen planlanan üretim verileri girilmiş ve performans parametreleri ve indeksleri hesaplanarak sonuçlar bu değerlere göre yorumlanmıştır.

Yapılan çalışmada, her bir makinenin performans indekslerinin belirlenmesinde dikkate alınan performans parametrelerinin (etkenlik, verim ve verimlilik) teorik genel tanımlamaları ile S/T makinelerine uyarlanmış tanımlamaları Çizelge 4.1'de görülmektedir. Burada teorik

anlamda etkenlik, tanımlanmış amaçlara ulaşmak için gerçekleştirilen çalışmaların sonucunda bu amaçlara ulaşma derecesidir. Makine performansına dönük olarak yapılan tarifte, tanımlanmış amaç, kullanılabilir veya planlanan kapasite olarak ele alınmaktadır. Bu kapasite ne kadar iyi kullanılmıştır? Etkenlik bunun bir ifadesi olarak alınır.

2. parametre olan verim ise daha çok kaynakların tüketimi ile ilgili bir kavramdır. Daha çok araçlara yöneliktir. Yani işlerin doğru yapıp yapılmadığını belirler. Bir üretim unsuru etken olduğu halde verim düzeyi düşük veya tersi bir durum söz konusu olabilir. Makine bazında ele alındığında kuramsal makine çalışma süresine karşın makinenin ne kadar kullanıldığının bir ifadesidir.

3. parametre olan verimlilik ise. girdi ve çıktı unsurları yanında pek çok kaynağın (örneğin kalite) etkileşimi göz önüne alınarak belirlenir. Makine açısından ise kullanılan makine saatlerine karşın üretimin fiziksel değerinin bir ifadesidir.

Çizelge 4.1. Teorik Genel ve Makine için Uyarlanmış Performans Parametreleri

Performans Parametresi	Teorik Genel Tanımı	Makineye Uygulanışı
Etkenlik	Gerçekleşen çıktı / Beklenen çıktı	Kullanılan Kapasite / Kuramsal (Kullanılabilir veya Planlanan) Kapasite
Verim	Tüketilen Girdi(kaynak) / Potansiyel Girdi(Kaynak)	Makine çalışma süresi / Kullanılabilir (kuramsal) makine çalışma süresi
Verimlilik	Çıktı / Girdi	Üretimin fiziksel (parasal) değeri / Kullanılan makine saatleri (toplam makine giderleri)

S/T ler için tanımlanan kuramsal kapasite kavramıyla ifade edilmek istenen tanımlama doğru olmayabilir. Çünkü her taşın cinsine göre makine kapasitesi değişiklik göstermektedir. Bunun yanında makine çalışma sürelerini işçilerin makineleri bekletmeleri çay-wc-su vb. molaları çok etkilemektedir. Örneğin operatörlerin bir gidip 10 -15 dk. gelmedikleri gözlemlenmiştir. Kuramsal makine süresi tüm parametrelerin %100 tam olduğu durumlar için geçerlidir. Oysa fabrikada elektriklerin kesildiği, makinelerin arıza yaptığı, taşın kırık-çatlaklı çıktığı vb. durumlar olabilmektedir. Makine çalışma süreleri ve buna bağlı olarak üretim durabilmektedir. Yani kuramsal makine süresi bunların hepsi göze alınarak ifade edilmesi gereken bir kavramdır. BU kavramın fabrika ortamında doğru olarak belirlenebilmesi, bu parametrelerin hepsini dikkate alan bir ölçüm ve değerlendirme ile pratikte mümkün değildir.

5. S/T PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ

Bu çalışmada, bir mermer fabrikasında kullanılan 4 adet S/T'nin 2008 yılı Şubat ayı ilk üç haftasındaki makine performansları incelenmiştir. Göstergeler belirlenirken işletmeden temin edilen makine çalışmalarına ilişkin bazı girdi-çıkıtı değerleri kullanılmıştır. Çalışmada makinelerin temel girdisi olarak zaman (saat), temel çıktısı olarak ise üretilen levha miktarları (m²) dikkate alınmıştır.

5.1. Makine Girdi-Çıkıtı Değerleri

Bu bölümde S/T lerin performans parametreleri olan verim, verimlilik ve etkenlik değerlerinin belirlenmesinde kullanılan temel kavramlar açıklanmıştır.

Kuramsal makine süresi

(Örneğin günde 24 saat ya da haftada 168 saat gibi)

Kullanılabilir makine süresi

Bu çalışmada kullanılabilir makine süresi: 3 haftalık süreyi kapsamaktadır. Burada;

1 hafta = 6 gün + pazar (tatil)

1 çalışma günü içerisinde ise 9 ve 8 er saatlik 2 vardiya halinde çalışılmaktadır. Her vardiyadan 1 saatlik yeme-içme molası çıkarıldıktan sonra bir hafta için;

Kullanılabilir makine süresi = 6 gün x (8 + 7) = 90 saat olarak alınmıştır.

Boş makine süresi:

Makine hazırlık süresi:

Makine duruş süresi:

Ölçüm ve gözlemlerin yapıldığı üç hafta için boş makine, makine hazırlık, makine duruş süreleri işletmede yapılan gözlem ve ölçümlerle alınan veriler doğrultusunda belirlenmiştir. Bu süreler; her bir S/T için özellikle mermer blokların makineye taşınması için geçen süre ile kesim sonrası yapılan temizlik çalışmaları için geçen süredir. Buna göre haftada ortalama 12 blok kesildiğinde. 15 er dakikadan toplam üç saatte taşındığı düşünülmüş olup buna haftada 8 saatlik temizlik süresi eklenmiştir. Bu çalışmada boş makine, makine hazırlık ve makine duruş süreleri olarak sadece blokların makinelere taşınma süreleri ile kesim sonrası makine temizlik süreleri dikkate alınmıştır. Bu sürelerin dışında bazı uygulamalarda dikkate

alınabilir. Örneğin bu süreye elektrik kesintisi nedeniyle makinenin çalışmaması süresi, bloktaşın kırıklı çıkıp değiştirilmesi gibi süreler eklenebilir. Ayrıca bazen stokta bekleyen değil ocaktan gelen blok direk kesime sokulmaktadır. Bu durum ise blokların kamyon dan stok sahasına, stok sahasından S/T lere götürülmesi ve daha fazla vakit kaybı olmasını engellemektedir. Ancak bu durum üretimi de yavaşlatmaktadır. Çünkü bazen kamyon için beklenmesi gerekmektedir. Burada S/T ler kesim yaparken tırların getirdiği bloklar sıraya sokularak ya da devamlı stok sahasından blok alınması şeklinde boş makine süresi azaltmaya dönük tedbirler alınmalıdır. Ancak bu çalışmada diğer sürelerle ilişkin net bir ölçüm ve gözlem yapılmadığı için bu süreler dikkate alınmamıştır.

Bu durumda bir haftalık çalışma süresi içinde her bir S/T için boş makine, makine hazırlık, makine duruş süreleri= $8 + 3 = 11$ saat alınmıştır.

Makine çalışma süresi:

Bu süre makinenin fiili olarak çalıştığı süredir.

Her bir S/T nin bir haftalık fiili makine çalışma süresi = $90 - 11 = 79$ saat dir.

S/T'lerin performans indekslerinin belirlenmesinde kullanılan ve bu çalışmada belirlenen temel kavramlar Çizelge 5.1'de sunulmuştur.

Çizelge 5.1. Performans parametreleri hesaplamalarında kullanılan temel kavramlar

Performans parametreleri hesaplamalarında kullanılan temel kavramlar	Uygulama Değeri
Kuramsal Makine süresi	24 saat/gün ya da 168 saat/hafta
Kullanılabilir makine süresi	90 saat
Boş makine + Makine hazırlık + Makine duruş süresi	11 saat
Makine çalışma süresi	79 saat

5.2. Makine Performans Parametrelerinin Hesaplanması

Sayısal işlemlerde kolaylık olması için her makineye bir numara atanmıştır. Buna göre 1. 2. 3 ve 4 nolu S//T makineleri bulunmaktadır. Bu makinelerden 1 ve 2 nolu olanlar Sermak, 3 nolu olan Emaş ve 4 nolu olan ise Pedrini markadır. Bu çalışmada S/T kapasiteleri belirtilmemiş, günlük istenen kesim belirtilmiştir. İşletmeden alınan bilgilere göre çalışan S/T lerin kapasiteleri:

S/T 1: 220 m²/gün,

S/T 2: 220 m²/ gün,

ST 3: 270 m²/gün,

ST 4: 270 m²/gün dür.

Bu işletmede haftalık net iş günü 6 gündür. Çünkü işletmede haftada 6 gün ve gün içinde 2 vardiya üzerinden çalışılmaktadır. Buna göre bir haftalık gündüz vardiyası 9 saatten 540 dk. gece vardiyası ise 8 saatten 480 dk. dır. 30 dk. yeme-içme ve 15'er dk yemek önce ve sonrası çay molası hesaba katılmıştır. Böylelikle sırasıyla her vardiyadaki, günlük ve haftalık kullanılabilir makine süreleri bulunmuştur.

Kullanılabilir makine süresi (gündüz) = 540-(30+15+15)= 480 dk.= 8 saat.

(gece) = 480-(30+15+15)= 420 dk.= 7 saat.

(1 günlük) = 7+8 = 15 saat.

(1 haftalık)= 15 x 6 = 90 saattir.

Boş makine, makine hazırlık ve makine duruş süreleri fabrikadan alınan veriler ve yapılan gözlemler doğrultusunda değerlendirilmiştir. Buna göre fabrikada 1 adet vinç kullanılmakta ve haftada ortalama 12 adet blok ortalama 15 er dakikada taşınmaktadır. Buna göre blok taşıma süresi olarak 15x12=180 dk. = 3 saat alınmıştır. Ayrıca haftada bir periyodik olarak 8 saatlik makine temizlik süresi olmak üzere boş makine süresi olarak; 3 + 8 = 11 saat alınmıştır.

Kullanılabilir makine süresinden işletme tarafından hesaplanmış boş makine, makine hazırlık ve makine duruş süreleri çıkarılarak makine (fiili) çalışma süresi bulunmuştur. Buna göre;

Fiili çalışma süresi = (kullanılan makine süresi)-(boş makine+makine hazırlık+makine duruş süresi)

= 90 – 11 = 79 saattir.

Fabrikada 2 cm. 2.1cm ve 3 cm.lik levhalar üretilmektedir. ST3 ve ST4 2 cm.lik kesim yaparken ST1 3 cm. ST2 2.1 cm kalınlığında kesim yapmaktadır. Ayrıca ST1 ve ST2 arta kalan zamanlarda 2 cm kalınlıklı levha üretimine yardımcı olmaktadır.

S/T makineleri her bir dilimde bloktan 1 cm bıçak payı yemektedir. Bu yüzden yapılan işlemlerde 1 cm fazla kalınlık dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Ayrıca ilk ve son dilimler düzensiz yüzeylerinden ötürü kullanıma müsait olmadığından, kesilip atılmaktadır.

Buna göre 150 cm. genişliğinde. 7.2 m³'lük standart bir bloktan çıkacak 2 cm kalınlıkta levha sayısı;

$$150 / (2+1) = 50 \rightarrow 50 - 2 = 48 \text{ adet}$$

2.1 cm kalınlıkta levha sayısı;

$$150 / (2.1+1) = 48.4 \rightarrow 48.4 - 1.4 = 47 \text{ adet}$$

3 cm kalınlıkta levha sayısı;

$$150 / (3+1) = 37.5 \rightarrow 37.5 - 1.5 = 36 \text{ adet olarak gerçekleşmiştir.}$$

Bir levha alanı: 2.4 x 2 = 4.8 m² dir. Bu durumda yine 7.2 m³ lük bir bloktan elde edilen levha miktarları Çizelge 5.2'de verilmektedir.

Çizelge 5.2. 7.2 m³ lük bir bloktan elde edilen levha miktarları (1. hafta)

Levha kalınlığı (cm)	Levha adedi	Bir bloktan elde edilen toplam levha alanı m ² (4.8 m ² lik bir levha için)	Kesilen blok adedi	Levha üretimi (m ²)
2	48	230.4	10.8	2491.5
2.1	47	225.6	2.9	651.8
3	36	172.8	2.2	374.6

Toplam : 10.8+ 2.9 + 2.2 = 16 adet blok kesimi yapılmış ve gerçekleşen toplam üretim 3582 m² olmuştur.

Aşağıda Çizelge 5.3 5.4 ve 5.5 de sırasıyla 1., 2. ve 3. haftaya ait kesim değerleri verilmektedir.

Çizelge 5.3. 1.hafta S/T kesim değerleri

	ST1 (3 & 2 cm) (m ²)	ST2 (2.1 & 2cm) (m ²)	ST3 (2 cm) (m ²)	ST4 (2 cm) (m ²)	Toplam Üretim (m ²)
1. gün	83.8	202	182.4	259.1	727.3
2. gün	61.7	161.7	174.3	155.2	552.8
3. gün	T	A	T	İ	L
4. gün	108.9	130.5	181.6	205	626.1
5. gün	87.2	42	213.4	146.1	488.7
6. gün	100.7	130.1	207.4	164.8	603
7. gün	103.8	72.8	195.4	148	520
Toplam	546	739.1	1154.5	1078.2	3517.7

Çizelge 5.4. 2.hafta S/T kesim değerleri

m ²	ST1 (3 & 2 cm) (m ²)	ST2 (2.1 & 2cm) (m ²)	ST3 (2 cm) (m ²)	ST4 (2 cm) (m ²)	Toplam Üretim (m ²)
8. gün	96.8	161	183.5	253.1	694.3
9. gün	87.6	150.7	177.6	165.3	580.9
10. gün	T	A	T	İ	L
11. gün	112.1	120.3	190.5	212.5	635.4
12. gün	77.9	62.8	197.6	152.6	490.8
13. gün	107.6	112.5	212.2	168.3	600.6
14. gün	102.6	82.1	200.6	138.2	523.4
Toplam	584.5	689.1	1161.8	1090	3525.5

Çizelge 5.5. 3.hafta S/T kesim değerleri

m ²	ST1 (3 & 2 cm) (m ²)	ST2 (2.1 & 2cm) (m ²)	ST3 (2 cm) (m ²)	ST4 (2 cm) (m ²)	Toplam Üretim (m ²)
15. gün	87.5	199	182.4	248.9	717.8
16. gün	63.7	176.8	176.4	167.5	584.3
17. gün	T	A	T	İ	L
18. gün	110.6	138.6	192.6	203.1	644.9
19. gün	88.7	57	215.2	148	508.9
20. gün	98.2	136.2	212.3	166.6	613.3
21. gün	102.2	73.3	197.4	140	512.8
Toplam	550.8	780.8	1176.3	1074.5	3582

Burada kesilen blok sayısı; örneğin S/T1 için; 2 cm. kalınlığında levha dikkate alındığında;

$$546 - 374.6 = 171.4 \Rightarrow 171.4 / 230.4 = 0.74$$

3 cm'lik levha ise 2.16 adettir. Bu durumda toplam blok sayısı $2.2 + 0.7$ adet = 2.9 adet şeklinde hesaplanmaktadır.

Bu durumda 1. hafta için toplam blok sayısı;

$$2.9 + 3.3 + 5 + 4.7 = 15.9 \approx 16$$

Buna göre haftalık kesilen blok sayıları Çizelge 5.6.de görülmektedir.

Çizelge 5.6. Haftalık kesilen blok adedi

S/T No	Kesilen haftalık blok adedi		
	Hafta		
	1	2	3
1	2.9	3.1	3
2	3.3	3.1	3.5
3	5	5	5.1
4	4.7	4.7	4.7
Toplam	16	15.9	16.2

Her bir S/T nin haftalar bazında gerçekleştirdiği toplam üretim miktarları ise Çizelge 5.7’de görülmektedir.

Çizelge 5.7. S/T lerin Haftalık Üretim Miktarları

S/T	Haftalık Üretim Miktarları (m ²)			Toplam
	1.H	2.H	3.H	
1	546	584.5	550.8	1681.4
2	739.1	689.1	780.8	2209
3	1154.5	1161.8	1176.3	3492.5
4	1078.2	1089.9	1074.1	3242.1
Toplam	3517.7	3525.3	3582	

Burada her bir S/T nin sırasıyla yaptığı kesim miktarları ve toplam kesim miktarları görülmektedir. Burada 3 ve 4 (Pedrini ve Esmaş) nolu makinelerin 1 ve 2 (Sermak) nolu makinelere göre daha fazla kesim gerçekleştirdiği görülmektedir.

Planlanan üretim değerleri yine fabrikadan alınan veriler doğrultusunda girilmiştir (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.8. Planlanan üretim değerleri

Ebat (cm)	Kesimi planlanan miktarı (m ²)		
	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta
2	2880	2600	2500
2.1	650	650	650
3	360	400	400
Toplam	3890	3650	3550

Bu durumda haftalık bazda her bir S/T başına ortalama planlanan üretim değerleri;

$$1.Hafta: 3890 / 4 = 972.5 \text{ m}^2$$

$$2.Hafta: 3650 / 4 = 912.5 \text{ m}^2$$

$$3.Hafta: 3550 / 4 = 887.5 \text{ m}^2$$

Buna göre haftalık bazda S/T başına yaklaşık 950 m²’lik bir üretim planlanmıştır. Bu rakamlar tabii ki o zamanda fabrikanın almış olduğu siparişlere bağlı olarak yaptığı üretim

planlaması değerleridir. Çalışmada S/T'lerin verimlilik değerleri ise toplam üretim değerinin fiili üretim süresine bölünmesiyle bulunmuştur. Sonuçlar her bir makine için ayrı ayrı işlem yapılarak hesaplanmıştır. Buna göre;

$$\text{Verimlilik Oranı} = \text{üretilen malzeme} / \text{fiili çalışma süresi}$$

Örneğin 1.Hafta ve S/T 1 için;

$$\text{Verimlilik} = 546 / 79 = 6.9 \text{ m}^2 / \text{h dir.}$$

Çizelge 5.9'de her bir S/T için haftalık ve 3 haftanın ortalaması verim oranları sunulmuştur. Burada verimlilik değerlerine bakıldığında 3 ve 4 nolu makinelerin daha verimli çalıştırıldığı görülmektedir.

Çizelge 5.9. Verimlilik Oranları

S/T	Verimlilik Oranı			
	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	Ortalama
1	6.9	7.4	7	7.1
2	9.4	8.7	10	9.4
3	14.6	14.7	15	14.8
4	13.6	13.8	13.6	13.7

Çalışmada Verim değerleri ise fiili çalışma süresinin kullanılabilir makine süresine bölünmesiyle bulunmuştur. Bu durumda bu değer bütün makineler için aynı olmaktadır.

$$\text{Verim Oranı} = \text{fiili çalışma süresi} / \text{kullanılabilir makine süresi} * 100$$

Verim Oranı = $(79 / 90) * 100 = 0.87 * 100 = \% 87$ dir. Verim oranının 1 olması standart verim düzeyinin ve kaynakların optimum kullanıldığının bir ifadesidir. Bu durumda bu işletmedeki S/T'lerin verim oranları 1 den küçüktür. Bu da bu makinelerin verim düzeylerine göre kaynakların optimum kullanımı konusunda biraz yetersiz kaldığını göstermektedir.

Etkenlik değerleri ise gerçekleşen üretim değerlerinin planlanan üretim değerine bölünmesiyle bulunmuştur. Yine bu parametrede her bir makine için ayrı ayrı hesaplanarak bulunmuştur (Çizelge 5.10). Buna göre;

$$\text{Etkenlik} = \text{üretilen levha (m}^2\text{)} / \text{üretilmesi planlanan levha (m}^2\text{)}$$

Örneğin 1.Hafta ve S/T 1 için:

$$\text{Etkenlik: } 546 / 972.5 = 0.6$$

Etkenlik her makinenin marka ve modeline göre farklılık göstermektedir. Kapasitesi düşük makineden kapasitesi dışı üretim beklemek yanlış olur. Aynı şekilde kapasitesi daha yüksek olan makineden de ortalama olarak planlanan üretimin beklenmesi bu makineye daha az üretimin yaptırılmış olmak demektir. Etkenliği düşük olan makinelerin kullanımında, operatörlerin çalışmalarında problem var anlamına gelebilir. Çünkü etkenlik doğru işlerin yapılmasının bir ölçüsüdür. Etkenlik değerlerinin 1 den küçük olması beklenenden daha düşük performans anlamına gelmektedir.

Çizelge 5.10. Etkenlik Oranları

S/T	Etkenlik		
	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta
1	0.6	0.6	0.6
2	0.8	0.8	0.9
3	1.2	1.3	1.3
4	1.1	1.2	1.2

Çizelge 5.10'a bakıldığında; 1 ve 2 nolu S/T'lerde etkenlik değerleri 1 den küçükken 3 ve 4 nolu olanlarda 1 den büyüktür.

Belirlenen tüm performans parametrelerine bağlı olarak her bir S/T için haftalık bazda hesaplanan Performans indeksleri ise Çizelge 5.11) da görülmektedir. Buna göre;

$$\text{Performans indeksi} = \text{Verimlilik (m}^2/\text{h)} \times \text{Verim (\%)} \times \text{Etkenlik (\%)}$$

bağıntısından elde edilmektedir. Performans indeksleri verim, verimlilik ve etkenlik parametrelerinin üçünün çarpımı ve büyük değerlerle uğraşmamak için bu değerlerin 100 e bölünmesiyle elde edilmiştir.

Çizelge 5.11. Performans İndeksleri

S/T	Performans İndeksi		
	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta
1	3.4	4.1	3.8
2	6.2	5.7	7.6
3	23.8	15.3	17.2
4	12.8	15.2	14.3

Çizelge 5.11'deki indeks değerlerine bakıldığında 3 nolu S/T'nin performans indeksi değerlerinin en yüksek. 1 nolu S/T nin ise en düşük olduğu görülmektedir. Burada S/T 3 ün özellikle 1. hafta değerinin diğerlerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Haftalık bazda S/T lere ait tüm üretim miktarları ve performans parametreleri bir arada 1., 2. ve 3. hafta lar için sırasıyla Çizelge 5.12. 5.13 ve 5.14'de görülmektedir. Ayrıca Çizelge 5.15'de her bir S/T'ye ait belirlenmiş performans parametreleri görülmektedir.

Çizelge 5.12'e bakıldığında, kesilen blok sayısı 3 ve 4 nolu S/T'lerde daha fazladır. Planlanan üretim değerleride aynı olduğundan, sonuçta elde edilen üretim değerleri bu iki S/T'de daha yüksektir. Buna bağlı olarakta bu iki S/T'nin verimlilik oranları, etkenlikleri ve performans indeksleri de daha yüksektir. Bu değerlendirme 2. ve 3. haftalara ait üretim değerleri için yapılabilir.

Çizelge 5.12. S/T'lerin Performans Parametreleri (1. Hafta)

Makine	Kullanılan	Boş	Fiili	Kesilen	Üretilen	Planlanan	Verimlilik	Verim	Etkenlik	Perform.
1	90	11	79	2.9	584.5	972.5	6.9	87	0.6	3.4
2	90	11	79	3.3	689.1	972.5	9.4	87	0.8	6.2
3	90	11	79	5	1161.8	972.5	14.6	87	1.2	23.8
4	90	11	79	4.7	1090	972.5	13.6	87	1.1	12.8
Toplam				16	3525.5	3890				

Çizelge 5.13. S/T'lerin Performans Parametreleri (2. Hafta)

Makine No:	Kullanılan Makine Süresi (h)	Boş Makine + Makine Hazırlık + Makine Duruş Süresi (h)	Fiili Çalışma Süresi(h)	Kesilen Blok Sayısı (7.2m ³)	Üretilen Levha (m ²)	Planlanan Üretim (m ²)	Verimlilik Oranı (m ² /h)	Verim Oranı (h/h,%)	Etkenlik Değeri (m ² /m ² , %)	Perform. İndeksi (m ² /h)
1	90	11	79	3.1	551	912.5	7.4	87	0.6	4.1
2	90	11	79	3.1	781	912.5	8.7	87	0.8	5.7
3	90	11	79	5	1176.3	912.5	14.7	87	1.3	15.3
4	90	11	79	4.7	1074.1	912.5	13.8	87	1.2	15.2
Toplam				15.9	3582	3650				

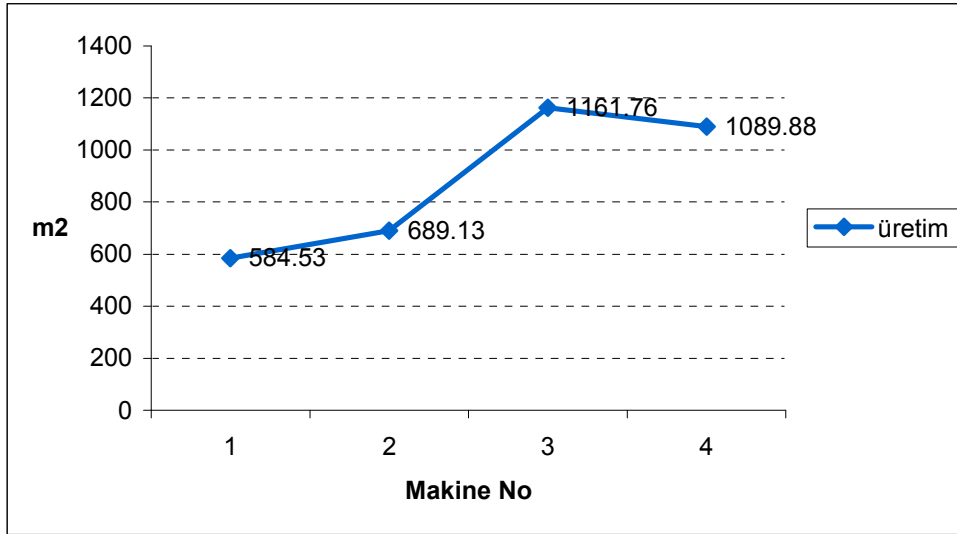
Çizelge 5.14. S/T'lerin Performans Parametreleri (3. Hafta)

Makine No:	Kullanılan Makine Süresi (h)	Boş Makine + Makine Hazırlık + Makine Duruş Süresi (h)	Fiili Çalışma Süresi(h)	Kesilen Blok Sayısı (7.2m ³)	Üretilen Levha (m ²)	Planlanan Üretim (m ²)	Verimlilik Oranı (m ² /h)	Verim Oranı (h/h,%)	Etkenlik Değeri (m ² /m ² ,%)	Performans İndeksi (m ² /h)
1	90	11	79	3	546	887.5	7	87	0.6	3.8
2	90	11	79	3.5	739.1	887.5	10	87	0.9	7.6
3	90	11	79	5.1	1154.5	887.5	15	87	1.3	17.2
4	90	11	79	4.7	1078.2	887.5	13.6	87	1.2	14.3
Toplam				16.1	3517.7	3550				

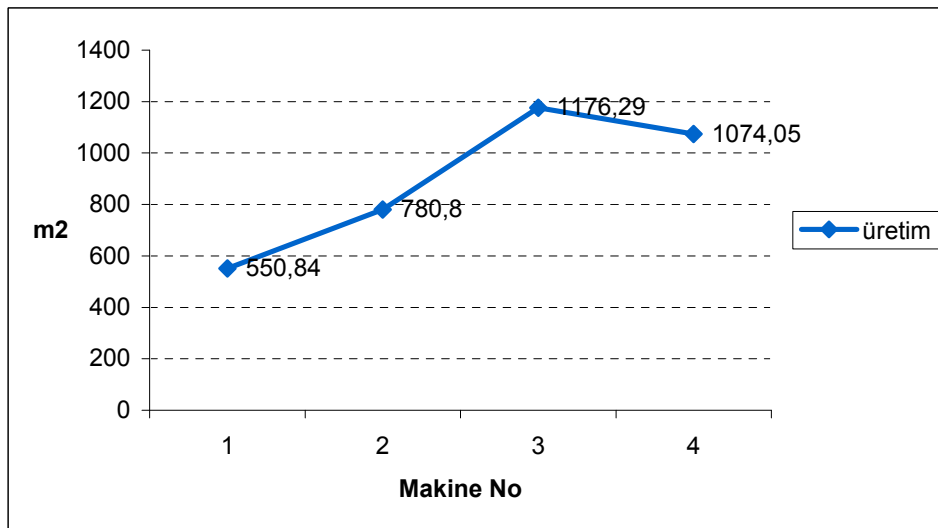
Çizelge 5.15. S/T Performans Parametreleri

Makine No:	Verimlilik Oranı (m ² /h)			Verim Oranı (h/h, %)	Etkenlik (m ² /m ² , %)			Performans İndeksi (m ² /h)		
	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta		1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta
1	6.9	7.4	7	87	0.6	0.6	0.6	3.4	4.1	3.8
2	9.4	8.7	10	87	0.8	0.8	0.9	6.2	5.7	7.6
3	14.6	14.7	15	87	1.2	1.3	1.3	23.8	15.3	17.2
4	13.6	13.8	13.6	87	1.1	1.2	1.2	12.8	15.2	14.3

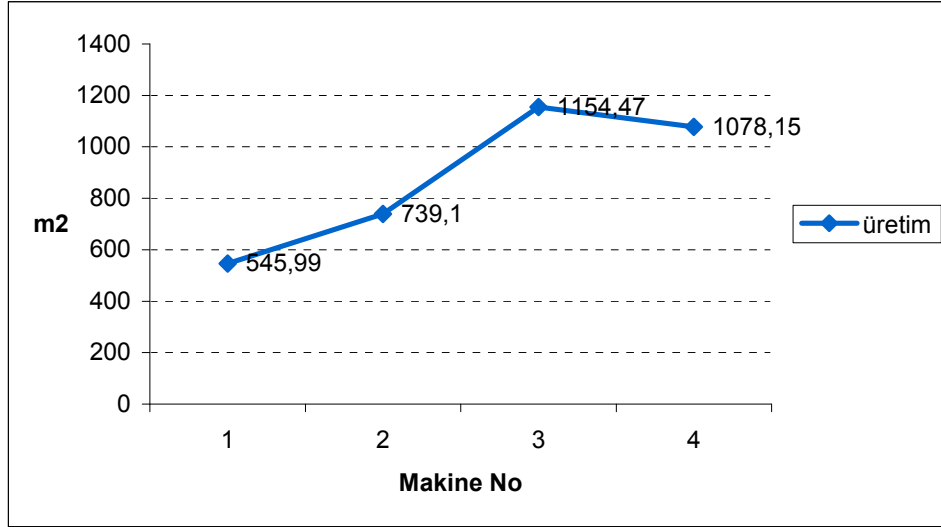
Gözlemler sonucunda elde edilen veriler ve yapılan hesaplamalara bağlı olarak herbir S/T için günlük ve haftalık üretim ve performans değerleri aşağıda grafiklerde sunulmuştur. Buna göre 3 haftalık üretim değerlerine bakıldığında en yüksek değerler sırasıyla 3, 4, 2 ve 1 nolu S/T'lerdir. Her bir makine için üç haftanın da değerleri birbirine paralel olmakla beraber üretimde küçük farklılıklar bulunmaktadır.



Şekil 5.1. I. hafta üretim değerleri

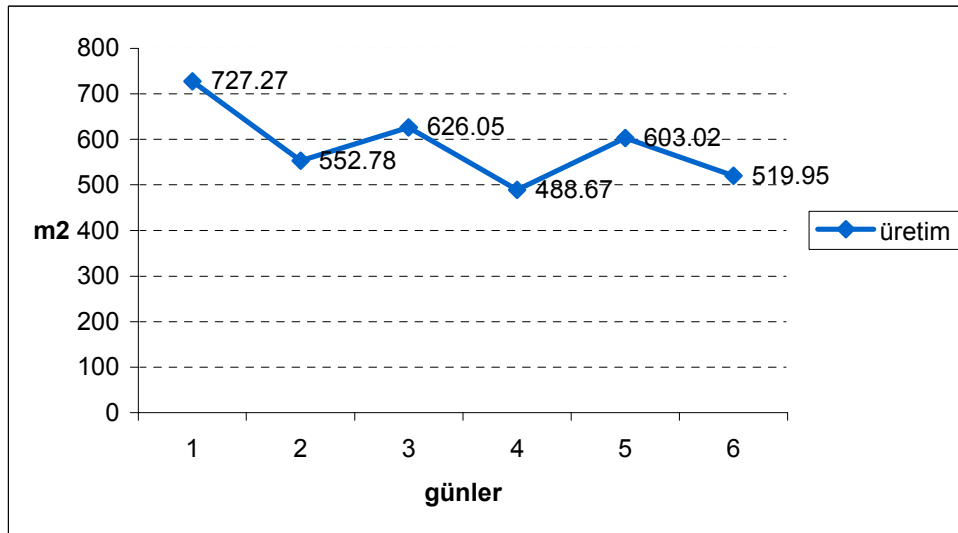


Şekil 5.2. 2. hafta üretim değerleri

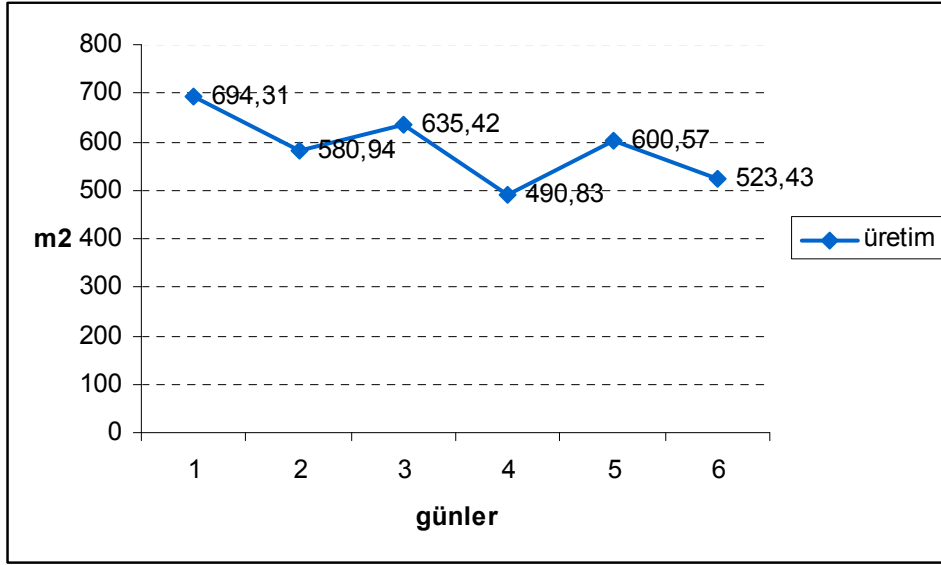


Şekil 5.3 3. hafta üretim değerleri

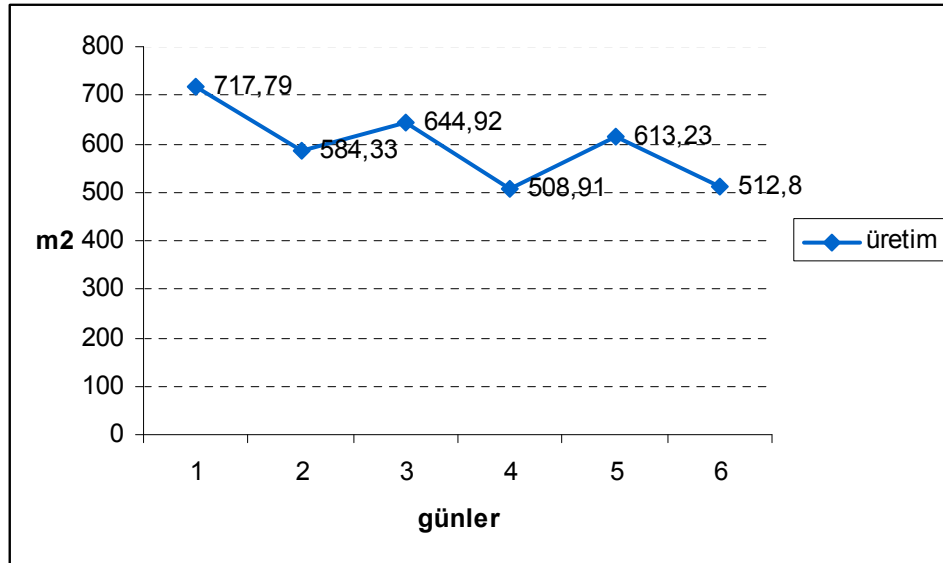
Burada 3. gün pazar (hafta tatili) gününe denk geldiği için üretim değeri sıfırdır. Dolayısıyla bu gün değerlendirmelere katılmamıştır. Üretim değerlerine bakıldığında sürekli bir düşüş görülmektedir. Özellikle haftanın ilk günleri üretim değerleri yüksek iken sonlara doğru bu değerler düşmektedir. Bu durum her üç haftaya ait değerlerde gözlemlenmektedir.



Şekil 5.4. 1. hafta günlük üretim değerleri

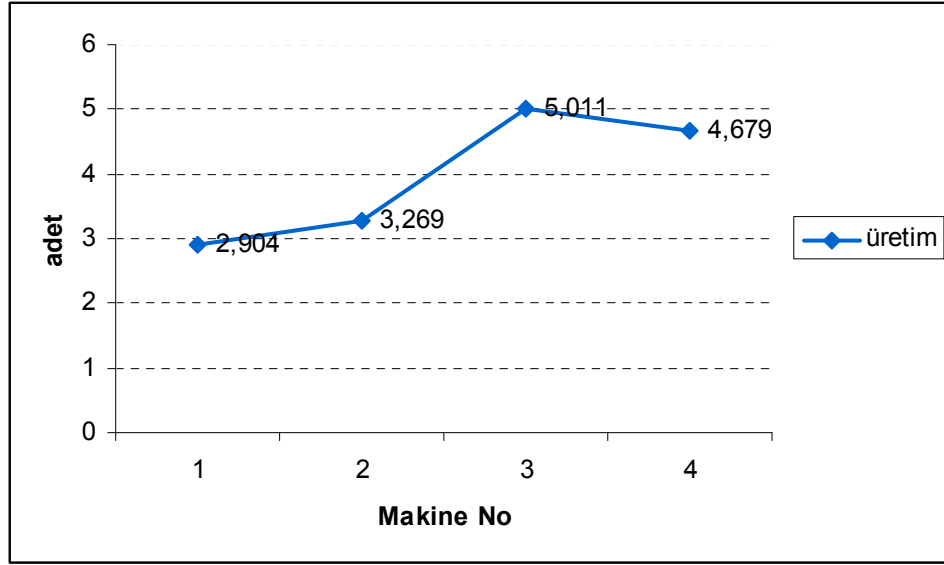


Şekil 5.5. 2. hafta günlük üretim değerleri

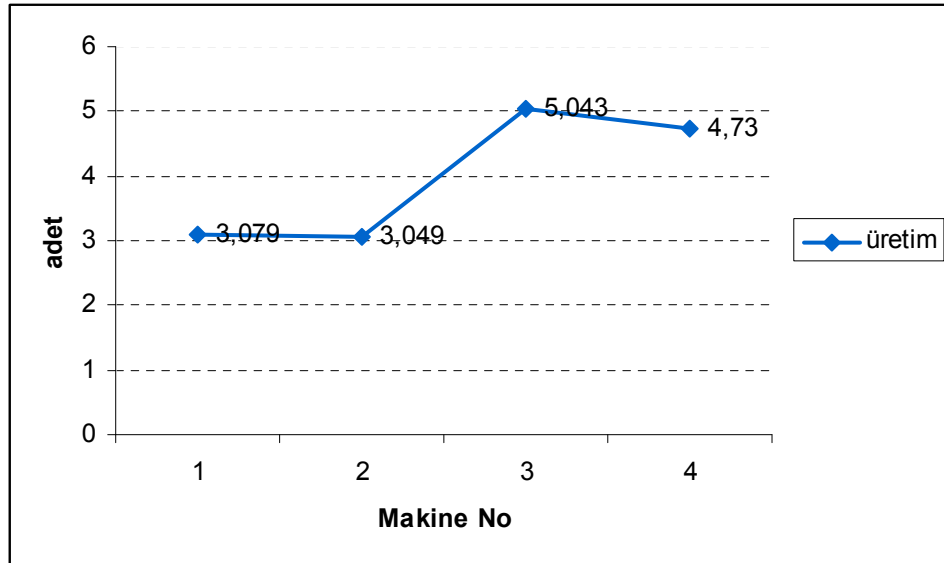


Şekil 5.6. 3. hafta günlük üretim değerleri

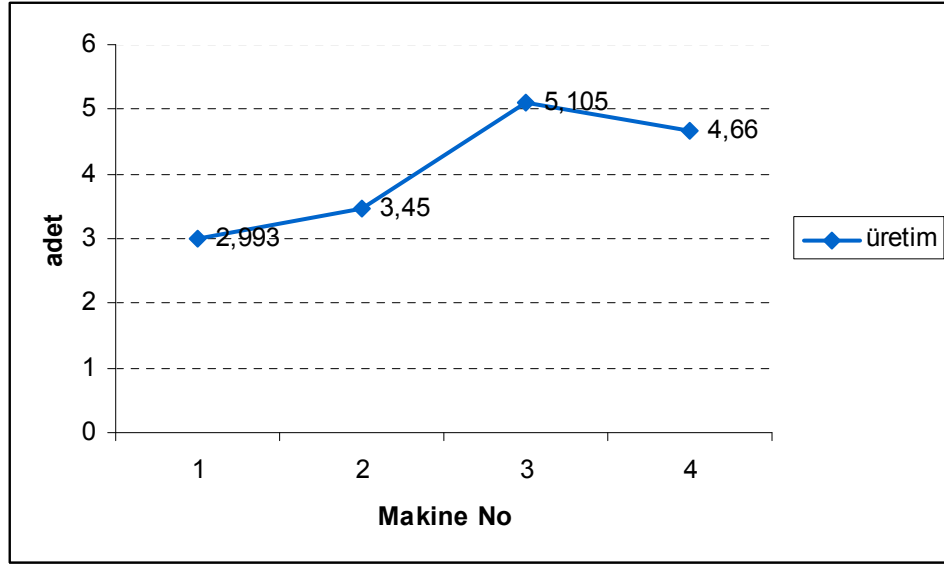
Haftalık kesilen blok sayılarına bakıldığında yine 3. ve 4. S/T'lerle kesilen blok sayıları 1. ve 2. S/T'lerle kesilen blok sayılarından daha fazladır. Buna bağlı olarak 3. ve 4. S/T'lerle kesilen ürün miktarları ve performans parametreleri yüksek çıkmaktadır.



Şekil 5.7. 1. hafta kesilen blok sayısı

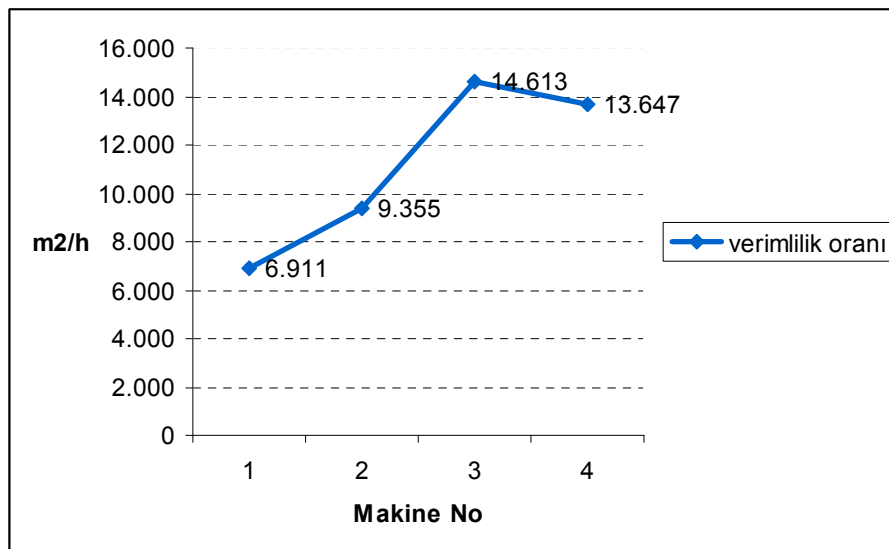


Şekil 5.8. 2. hafta kesilen blok sayısı

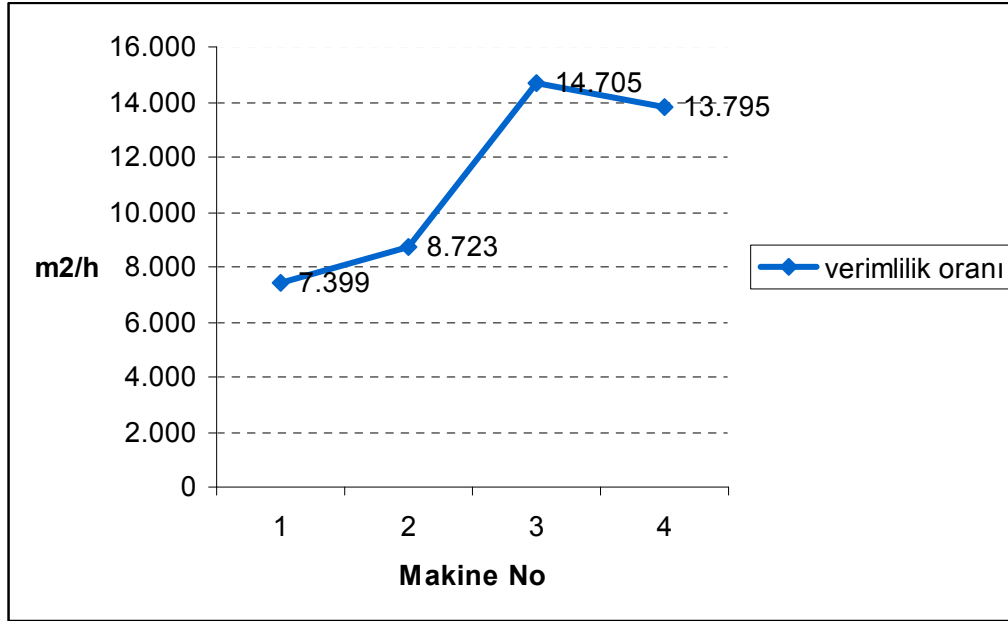


Şekil 5.9. 3. hafta kesilen blok sayısı

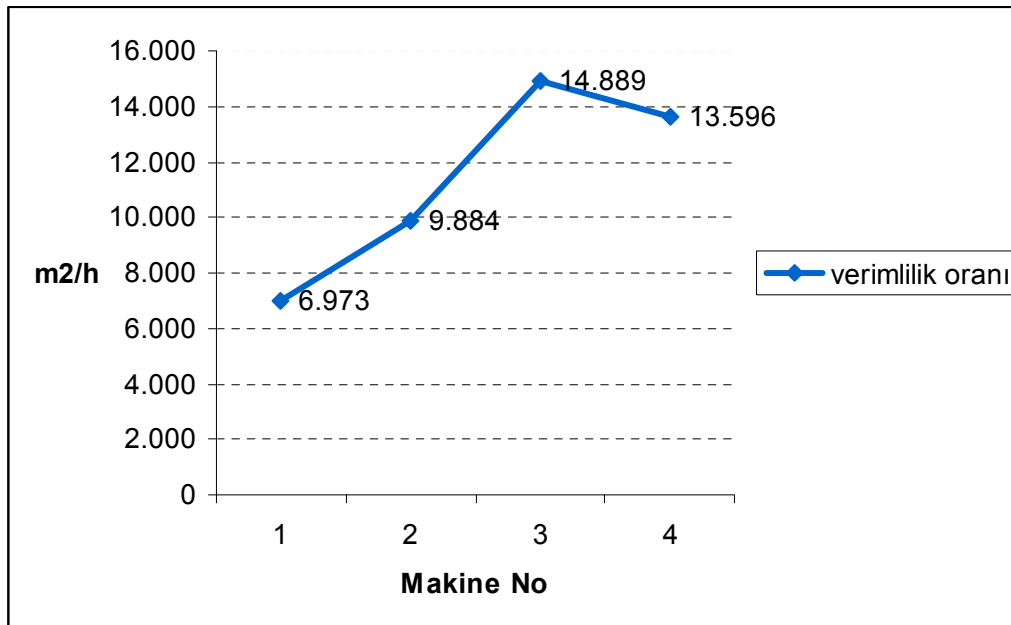
Her bir makineye ait verimlilik oranlarına bakıldığında, 3. ve 4. S/T'lerin daha yüksek verimlilik değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Verimlilik oranları, saatte kesilen mermer levha alanı (m^2 cinsinden) olarak ifade edilmektedir. Burada 3 nolu S/T saatte yaklaşık $15 m^2$ mermer keserken 1 nolu S/T ise saatte $7 m^2$ kesmektedir. Bu durumu etkileyen en önemli etkenlerden birisi makinenin kesme hızının yüksek olmasıdır. Bunun için makine kesim hızına etki eden faktörlerden birkaçı veya tamamının bu konuda belirleyici olduğu düşünülebilir.



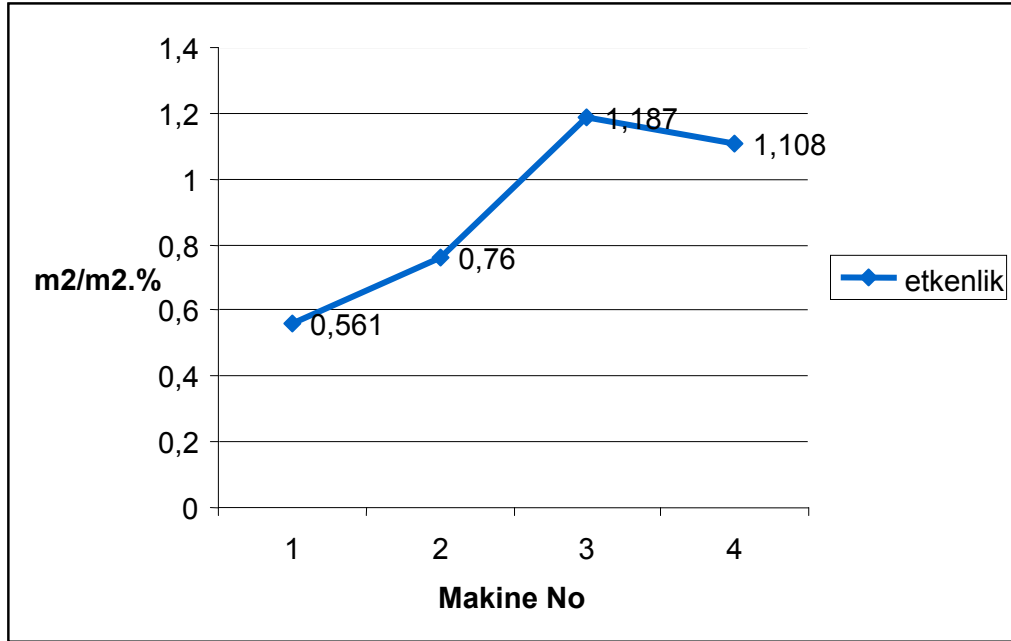
Şekil 5. 10. 1. hafta makine verimlilik değerleri



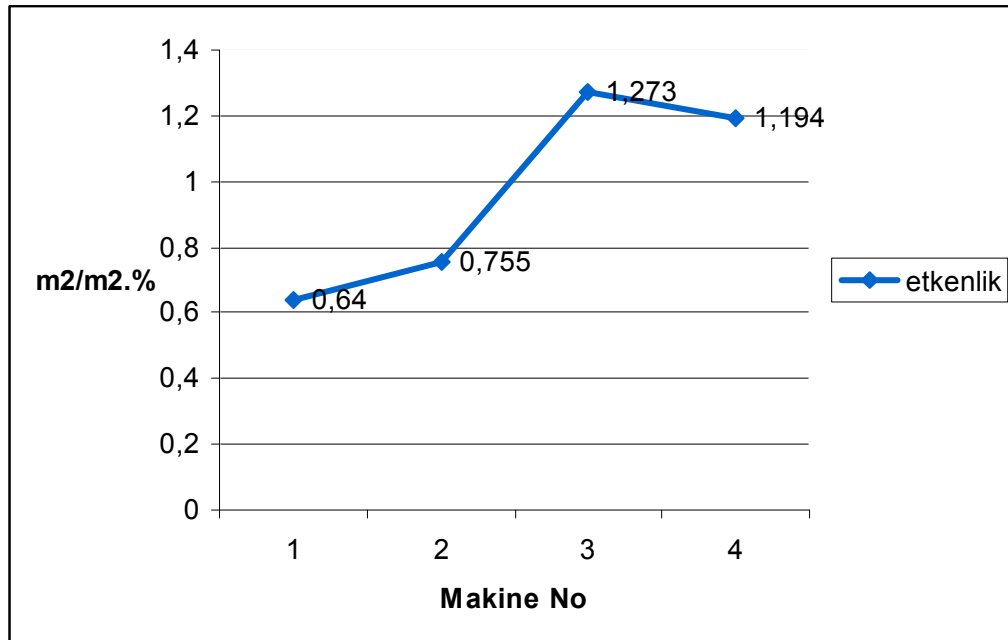
Şekil 5. 11. 2. hafta makine verimlilik değerleri



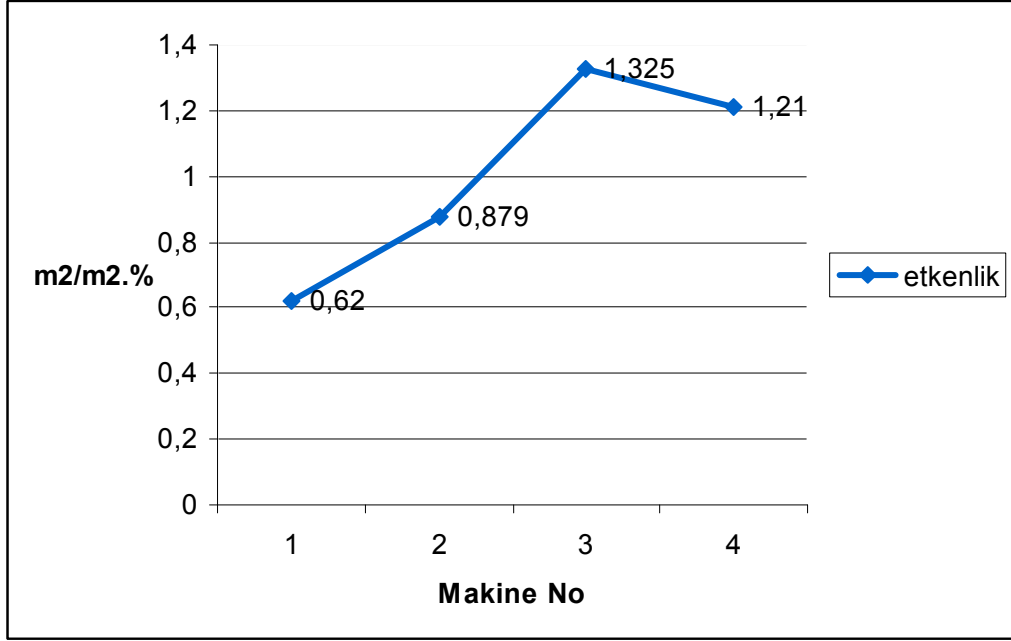
Şekil 5. 12. 3. hafta makine verimlilik değerleri



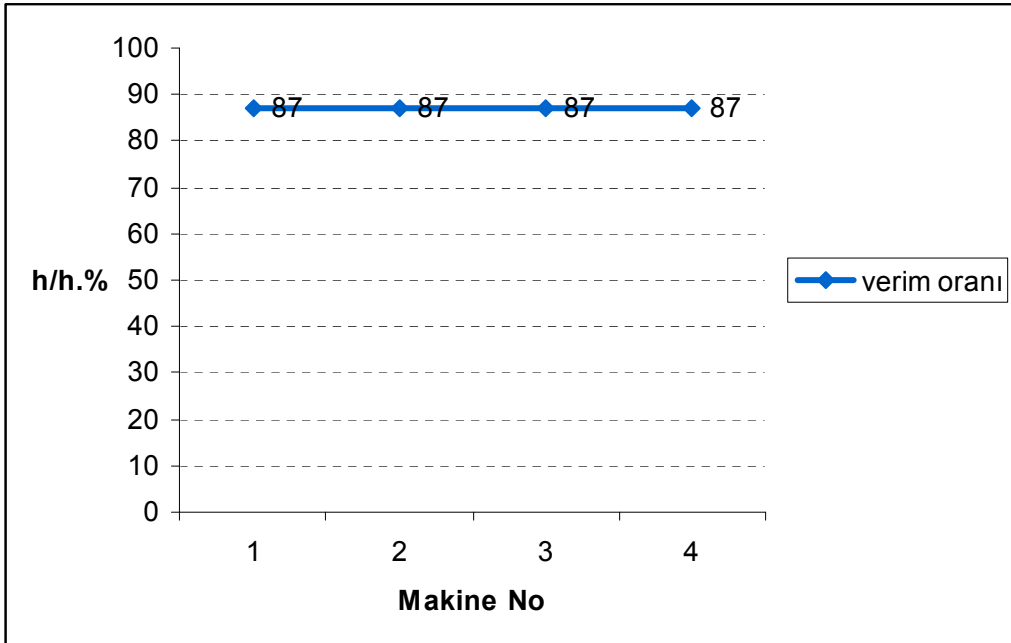
Şekil 5. 13. 1. hafta makine etkenlik değeri



Şekil 5. 14. 2. hafta makine etkenlik değeri



Şekil 5. 15. 3. hafta makine etkenlik değeri



Şekil 5. 16. 3 haftanın verim oranı (sabit alınmıştır)

5.3. Sonuçların Yorumlanması

Verimlilik oranları genel olarak birbirine yakın olsa da sırasıyla en yüksek değerler 3.hafta, 2.hafta ve 1. haftada gerçekleşmiştir.

S/T 1 ve S/T 2 Sermak, S/T 3 Pedrini ve S/T 4 Esmaş markadır. Yapılan araştırmada bu makineler arasında en performanslı olanı Pedrini daha sonra Esmaş ve son olarak Sermak'ın Esmaş'a yakın özelliklerde olduğu ortaya çıkmıştır. Bu makinelerden S/T 1 ve S/T 2 nin değiştirilmesi ve yerine Pedrini gibi kaliteli markaların kullanılması fabrikada ne gibi değişikliklere yol açacak, maddi anlamda kaç mal olacak, iyi bir analiz ve gözlem yapılarak hesaplanmalıdır.

Her zaman en fazla üretim sırasıyla S/T 3, S/T 4, S/T 2 ve S/T 1 ekipmanlarında gerçekleştirilmiştir. ST 3 ün kapasitesi S/T 1 ve S/T 2 den daha yüksektir. Ayrıca S/T 1 ve S/T 2 çalışma süresi içerisinde daha fazla arıza vermiştir. Ayrıca ST 1 ve ST 2 ekipmanları daha eski makinelerdir. Dolayısıyla teknolojileri de eskidir. Bu durum özellikle kesim hızında belirleyici bir unsurdur.

Ayrıca S/T 3 ve S/T 4 ün operatörleri daha önceden başka firmalarda yine aynı tip makinelerde çalışmış, bu tip makinelerde deneyimli ve bu nedenle makinenin dilinden anlayan elemanlardır. Bu nedenle kesim hızlarının ayarlanmasında daha uygun amperde çalışmaktadırlar. Fakat normalin üzerinde yüksek hızlarda üretim yapılması makineleri yoracağından uzun vadede daha maliyetli hale gelebilir.

Yüksek performans gösteren makinelerin özellikleri neler? Acaba bıçak kalınlığı, dişli sayısı, motor gücü, devir sayısı vb. konulardaki değişiklik üretimi ne kadar etkiliyor? Bu konular tabii ki ayrı ayrı değerlendirilmesi gereken konulardır.

Makinelerin bakımları hangi aralıklarla yapılıyor? Yeterli ve kalifiye bir bakım yapılıyor mu? Bu konuda önem arz etmektedir. Burada makine bakıları periyodik yapılmaktadır. Ancak arızalara dönük önleyici yaklaşım uygulanmamaktadır. Bunun için arıza meydana gelmeden tedbir alınarak oluşabilecek arızaların henüz oluşmadan önlenmesi yaklaşımı uygulanmamaktadır.

Ocaktan fabrikaya gelen bloklar S/T ekipmanlarının ebatlarına uygun boyutlarda gelmiyorsa, ocakta iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır. S/T ekipmanlarının kapasitesinden düşük ebatlarda bloklarla kesim yerine tam kapasiteyle çalışma tercih edilmelidir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Blokların ürün haline getirilmesinde, en önemli kesim aşamalarından bir diğeri de S/T'ler de yapılan kesim işlemidir. S/T'ler mermer fabrikalarında düzensiz blokların levha/plaka haline getirilmesinde kullanılmaktadırlar. S/T'ler deki üretim esnasında yapılan hatalı kalitesiz üretim diğer bütün kesim ve işleme aşamalarını etkileyeceğinden katraklarda olduğu gibi S/T kesim kalitesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle S/T'lerde karşılaşılan kalite sorunlarının en aza indirilmeye çalışılması gerekmektedir.

S/T performanslarının belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışmada; her iki makinede aynı kapasitede olmasına rağmen S/T 1'in verileri S/T 2'den daha düşüktür. Bu durum makinenin arızada kalma süresinin daha fazla olması ve operatörünün daha iyi olmasından kaynaklanmaktadır. S/T 3 ve S/T 4'e ait rakamsal veriler oldukça yüksektir. Bu durum, bu makinelerin teknolojik olarak daha üstün olması, arızada kalma sürelerinin daha az olması ve birde operatör kalitesinin de daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Ayrıca fabrika ortamında çalışmalar esnasında yapılan gözlemlere dayalı olarak aşağıdaki tespitler yapılmıştır.

- Gereğinden yüksek hızlarda makinelerin çalışması makineleri zorlamakta, gereğinden düşük hızlarda çalışması ise üretim kayıplarına neden olmaktadır. Makinelerin gereğinden fazla zorlanarak kolay yorulması ise uzun vadede kesim işlerini daha maliyetli hale getirmektedir. Bu yüzden optimum kesim hızına uyulması ve makinelerin bu optimum noktada çalıştırılması önemlidir.

- İşçilerin işi kendi işleriymiş gibi algılamaları için kişisel sorumluluk yüklenmeli ve eğitici çalışmalarda bulunulmalıdır. Bunun için gerekirse ayrı bir prim-ücret çalışma sistemi uygulanmalıdır. Yani konu sadece doğal taş fabrikalarında kullanılan ekipmanların performansı analizi değil, fabrika yönetimi, operatör eğitimi ve makinelerin performans analizlerinin bir arada değerlendirildiği bütünsellikle olmalıdır.

- Üretimdeki düşüklüklerin hangi nedenlerden kaynaklandığı, o makine hakkında iyi bilgi ve gözlemlerle belirlenebilmektedir. Ancak çalışanlar kendilerinin gözlemlendiğini fark ettiği anda farklı davranmaya başlamakta, daha hızlı ve daha aktifmiş gibi davranmaktadırlar. Gözlem bittiğinde ise tekrar eski hale dönülmektedir. Bu yüzden çalışanların farkına varmadan gözlemlenmelerini sağlayacak bir yapı oluşturulabilir.

Bu işlem;

* Sistemi net görebilecek bir kamerayla ya da,

* Ekipmanlara takılacak bir aparatla devamlı çalışma süreleri kaydedilerek yapılabilir.

Tabi bunun için ayrı bir yazılım ve ekipman gerekmektedir.

* Bu işle ilgili müdür, mühendis gibi bir idarecinin odası dışarıdan içerinin görünmediği, sadece içeriden dışarısının görüldüğü camlarla kapatılıp, ekipmanları ve çalışanları net takip edebilecek bir yere koyulabilir.

Ancak tüm bu tedbirler sadece gözlem amaçlı olup sürecin iyileştirilmesine yönelik bazı gözleme dayalı veriler elde edilmesini sağlar. Hatta çalışanlar açısından bazı sakıncalar doğurabilir.

- Ayrıca problemin ekipmandan mı, yoksa başındaki operatörden mi kaynaklandığını bilmek için farklı makinelerin başındaki operatörlerin yerleri değiştirilerek operatör verimi kontrol edilebilir. Eğer aynı makine üretim düşüklüğüne devam ediyorsa problem makineden kaynaklanıyor demektir. Ancak geçen haftalarda iyi üretim gerçekleştiren makine bu defasında düşük üretim gerçekleştirdiyse bu sefer operatörden kaynaklanan bir problem olabilir. Bu nedenle fabrikadaki tüm makine performansları analiz edilerek makineler arasında uyumsuzluklar olup olmadığı ve varsa nedenleri ve çözümleri irdelenmelidir.

- Bütün makinelerin aynı kalınlıkta kesim yapması durumunda daha verimli bir karşılaştırma yapmak mümkün olabilir.

- Her makinenin boş makine, makine hazırlık ve makine duruş süreleri farklıdır. Çünkü her makine aynı anda çalıştırılmıyor ve durdurulmuyor. Fakat çalışmada bu ayrıntılar neredeyse aynı alınmıştır. Halbuki her makineye giren blok aynı anda girip, aynı anda çıkmamaktadır. Blok ebatları değişmekte dolayısıyla kesim süreleri de değişmektedir, aynı zamanda makine hızları da farklıdır ve arada kırıklı blokların çıktığı, işçinin işi ektiği ya da yavaşlatıp, hızlandırdığı ve elektrik kesintileri v.s de düşünüldüğünde boş makine, makine hazırlık ve makine duruş süreleri tamamen değişmektedir, aynı olması mümkün değildir. Buna bağlı olarak fiili çalışma süreleri tamamen değişmektedir. Elektrik kesintileri, arıza süreleri gibi zaman ölçümlerinin detaylı yapılabilmesi gerekir. Ancak iyi bir kalite yönetimi anlayışıyla bu süreler iyileştirilebilir.

- Bu tür düzenli üretim gerçekleştiren fabrikaların kurulumundan itibaren doğru olan işlerin yapılmış olması üretim verilerini oldukça değiştirmektedir. Aslında fabrikanın kurulum

kalitesi. doğru yerleşim ve doğru makine – ekipman seçimi gibi faktörler oldukça etkili sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Oldukça iyi tasarlanmış ve iyi bir üretim planlamasıyla doğru olarak dizayn edilmiş bir fabrikada problemlerin belirlenmesi ve çözümü için ayrıca süreç iyileştirme yaklaşımıyla hareket edilmesi de gerekmektedir. Özellikleri çalışanların rahat ve sevecek çalışacağı bir ortam olması müşteri memnuniyetini sağlayan önemli unsurlardan birisidir.

- Aslında makinelerin direkt zaman kayıplarının yanında makine öncesi stok sahasında, blok indirme vs. aşamalarında çok daha fazla zaman kayıpları yaşanmaktadır. Bu kayıp süreler azaltılabilir ve sonuçta üretim rakamlarını oldukça iyileştirecek sürelerdir. Bu kayıp sürelerle ilişkin bir çalışmanın da yapılması oldukça yararlı olacaktır.

- Bunların yanında özellikle “süreç iyileştirme” yaklaşımı ile bu konuyu değerlendiren bir çalışma oldukça yararlı olacaktır. Yani öncelikle fabrikadaki mevcut durumda tespit edilen eksikliklerin kısmen ya da tamamen giderilmesinden sonra sonuçların yeniden değerlendirildiği bir çalışma oldukça yararlı olacaktır. Bunun için, fabrikadan elde edilecek verilerin ise en az bir yıllık olmasında yarar vardır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] Yüzer E. Angı, S., 2008, Türkiye Doğaltaş Sektörünün Güncel Değerlendirmesi, Türkiye VI. Mermer ve Doğaltaş Sempozyumu, Afyon.
- [2] Akal, Z., 2002, “İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi – Çok Yönlü Performans Göstergeleri”, MPM Yayınları, Ankara, Yayın No:473, 368 s.
- [3] Barutçugil, İ., 2002, “Performans Yönetimi”, Kariyer Yayınları, İstanbul.
- [4] Canitez, B., 2000, “Performans Değerlendirme”, Türk Psikoloji Bülteni, 16.
- [5] Özgüven, A., 2002, Özbeyli (Sivas-Uşak) Mermer Ocağı’nda Kullanılan Makinelerin Performans Analizi, HÜ, FBE, Yüksek Lisans Tezi, s 61.
- [6] Ceylanoglu, A ve Gül, Y.,1999, Türkiye’deki Bazı Yeraltı Ocaklarında Yükle-Taşı-Boşalt(YTB) Makinelerinin Performans Ölçüm Sonuçları, Türkiye 16. Madencilik Kongresi, s 137-146.
- [7] Erçelebi, S.G., Ergin. H.ve Yılmaz, M.,1999, K.B.İ. Murgul İşletmesinde Kullanılan İş Makinelerinin Performans Analizi ve Optimum Yenilenme Zamanları, Türkiye 16. Madencilik Kongresi, S 65-70.
- [8] Ergüler, G.K., 2007, Metal Madencilğinde Kullanılan Bazı Makinelerin Performans Analizleri, I. Maden Makineleri Sempozyumu, s.105-113, Kütahya.
- [9] Kahraman, S., Mülazimoğlu, A.,1999, Pozantı Tarsus Ayrımı Otoyol İnşaatında Kullanılmış Olan Delici Makinelerin Performans Analizi, Madencilik Dergisi, Cilt: 38, No:2-3, s 31-35.
- [10] Önce, G., Aykul, H., Şensöğüt, C., Ören, Ö., 2007, Seyitömer Linyit İşletmelerinde Kullanılan Kazı-Yükleme Ekipmanlarının Performanslarının İncelenmesi, I. Maden Makineleri Sempozyumu, s.133-154, Kütahya.
- [11] Tokgöz, N, Kesimal, A., 1997, Küçük Ölçekte bir Açık Ocak Kömür İşletmesinde Dekapajda Kullanılan Ekipmanların Verimlilik Analizi, Türkiye 15. Madencilik Kongresi, s 89-100.
- [12] Göktaş, M., Yılmaz, N.G., 2006, Mermer Üretim ve İşletme Ders Notları, OGÜ, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- [13] Büyüksağış, İ. S., 1998, “Dairesel Testereli Blok Kesme Makinelerinde Mermerlerin Kesilebilirlik Analizleri”, Doktora Tezi. OGÜ-FBE, Eskişehir.
- [14] Onargan. T., Köse, H., Deliormanlı, A. H., “Mermer Ekonomisi”, Türkmer, İzmir.
- [15] Kulaksız, S., 2005, “Doğal Taş (Mermer) Maden İşletmeciliği ve İşleme Teknolojileri”, Maden Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
- [16] Etıcı, Ü., 1999, “Mermer Kesme Makinelerinde Kesicilerin Aşınma Mekanizmaları”, Yüksek Lisans Tezi, ÇÜ-FBE, Adana.
- [17] www.sermak.com.tr
- [18] www.mks.com.tr
- [19] www.esmas.com.tr
- [20] Firma Kataloğu, 2008, Bursa.
- [21] www.pedrini.com

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Kütahya'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kütahya'da tamamladı. 2000 yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2005 yılında lisans eğitimini tamamlamış olup yine 2005 yılında aynı üniversitede Maden İşletme üzerine yüksek lisansa başladı. 2008 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı.