BİLİMSEL madencilik DERGİSİ
SCIENTIFIC MINING JOURNAL
TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını / *The Publication of the Chamber of Mining Engineers of Turkey*

Orijinal Araştırma / *Original Research*

DOĞALTAŞ ÜRETİMİ VE SU İLİŞKİSİ

NATURAL STONE PRODUCTION AND WATER INTERACTION

Mahmut Mutlutürk[a,*]

[a] Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta, TÜRKİYE

Geliş Tarihi / *Received* : 8 Mayıs / *May 2018*
Kabul Tarihi / *Accepted* : 8 Ağustos / *August 2018*

Anahtar Sözcükler:
Doğaltaş,
Sanal su,
Su ayak izi.

ÖZ

Su insan vücudu için vazgeçilmez bir bileşen olduğu gibi, insan yaşamının da önemli bir parçasını oluşturmaktadır. İnsan yaşamında beslenme amaçlı tahıl, meyve, sebze ve et gibi gıda ürünlerinin üretiminde olduğu kadar her türlü endüstriyel üretimde de suya ihtiyaç duyulmaktadır. Doğaltaş üretiminde de aramadan başlayıp mamul halde kullanıma sunuluncaya kadar değişik aşamalarda değişik miktarlarda su gerekmektedir. Mamul madde içinde yer almayan, ancak doğaltaş üretiminin değişik aşamalarında kullanılan su bu araştırmanın ana konusunu oluşturmaktadır.

Günümüzde bir ürünün üretiminden kullanımına kadar geçen süreçte ihtiyacı olan su miktarına Sanal Su adı verilmektedir. Gıda sektöründe oldukça yaygın olan bu konuda doğaltaş sektöründe herhangi bir araştırma bulunmamaktadır ve doğaltaş ocağının kullandığı su miktarının nihai ürün üzerindeki payı ise belirsizdir.

Yapılan çalışmada, doğaltaş ocağında aynada delik delme, kesme, blok boyutuna getirme aşamaları ile fabrikada plaka haline getirme, parlatma, boyutlandırma ve diğer işlemlerin uygulanması sırasında kullanılan su miktarları ölçülmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak bir birim boyutlandırılmış ve mamul hale getirilmiş doğaltaşın elde edilebilmesi için gerekli olan Sanal Su miktarı hesaplanmıştır.

Keywords:
Natural stone,
Virtual water,
Water foot print.

ABSTRACT

Water is a main component of the human body as well as a part of the human life. Water is needed in the production of industrial products as well as in the production of food products such as cereals, fruits, vegetables and meat for nutrition. Water is used in various stages from the beginning to the use in the finished product steps in the natural stone production. The main subject of this investigation is used water in the end product of natural stone of several steps of production.

Today, the amount of water needed in the process from the production of a product to its use is called as Virtual Water. There is no research in the natural stone sector, which is quite common in the food sector, and the share of the amount of water used by the natural stone quarry on the final product is uncertain.

In this study, has been tried to measure the amount of water used during drilling, cutting and making marketable size in the natural stone quarry and sizing, polishing and other operations of natural stones in the factory. As a result of this study, the amount of Virtual Water required to obtain marketable sized of natural stones was calculated..

* Sorumlu yazar: mutlu.mahmut@hotmail.com

Bu bildiri 2017 yılında düzenlenen Türkiye 9. Uluslararası Mermer ve Doğaltaş Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı'nda yayınlanmıştır. / This paper was published in the 9th International Marble and Natural Stones Congress of Turkey held in 2017.

Bu makalenin tüm yayın hakları TMMOB Maden Mühendisleri Odası'na aittir © 2018 / Copyright © 2018 Published by UCTEA Chamber of Mining Engineers of Turkey. All rights reserved.

GİRİŞ

Dünya nüfusundaki artış ve bu artışa bağlı her türlü tarımsal ve endüstriyel üretim ile kullanma ve içme gibi yaşamsal ihtiyaçlar için kullanılan tatlı su gereksinimi giderek artmaktadır. Ve kullanılan su miktarı ile doğal ortamda depolanan su miktarı arasındaki dengenin bozulması, buna bağlı olarak tatlı su rezervlerimizin giderek azalması, su ile ilgili görüşlerimizi, kullanım yöntemlerimizi ve politikalarımızı yeniden gözden geçirmemiz gereğini ortaya çıkarmaktadır. J. A. Allan (1993), suyun sadece anlık ihtiyaçlarda kullanılan bir meta olmadığı, suyun sadece insanların içtiğinde ya da kullandığında değil diğer bütün tüketim alanlarında da su kullandığını iddia etmiş ve "Sanal Su" kavramını ortaya atmıştır. Sanal Su kavramı suyun ticaretinin direkt yollardan değil, ticari ürünler ile dolaylı yollardan yapılabileceğini, suyun gizli bir ticaretinin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu anlamda ülkeler arasındaki küresel ticarette su politikası ve idaresi açısından yeni bir dönem yaşanmaktadır (Anaç vd., 2011: Şahin, 2016).

Sanal su ile birlikte kullanılan ve toplamda aynı miktarların ifade edildiği "Su Ayak İzi" kavramı ise Hoekstra ve Hung (2001) tarafından ortaya konmuş ve bir ürünün üretilmesinde tüketilmesinde kullanılan temiz su miktarına dikkat çekmek amacını taşımaktadır. Su ayak izi kavramının sanal sudan temel farkı, sistemden kullanılan su yerine doğrudan ve dolaylı kullanılan toplam su miktarını analiz etmesidir. Su ayak izi, bir hizmet, ürün, birey için kullanılan tatlı suyu "Mavi Su", yağmur suyunu "Yeşil Su" ve kirlilik yükünün yok edilmesi için kullanılan suyu da "Gri Su" olarak sınıflandırmaktadır.

Sanal Su kavramı çerçevesinde yapılan çalışmalar nerede ise tamamen tarımsal ürünleri kapsamaktadır. Bunun temel nedeni yeryüzündeki tatlı su kaynaklarının ortalama %70 gibi oldukça büyük bir kısmının tarımsal ürünlerin üretiminde kullanılmasıdır. Endüstriyel ürünlerin üretiminde sanal su kullanımı ortalama %22, evsel kullanımda ise %8'dur (Aytemiz ve Diler, 2015). Madencilik faaliyetlerinde sanal su kullanımı %3 olarak ifade edilse de bu rakamların içinde doğaltaş üretiminin hangi ölçülerde yer aldığı konusunda ulusal ve uluslararası kaynaklarda herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Diğer taraftan, doğaltaş üretimi ile ilgili birim üretimde kullanılan su miktarı konusunda oldukça büyük bir belirsizlik bulunmaktadır.

Diğer taraftan, Su Ayak İzi kapsamında su kullanımını değerlendirdiğimizde, "Yeşil Su" yağış ve buharlaşma ile tarımsal ürünlerin üretiminde etkili olan suyu ifade etmektedir ve tamamen tarımsal üretimi ilgilendiren bu suyun doğaltaş üretiminde herhangi bir etkisi bulunmamaktadır. Dolayısı ile doğaltaş sektöründe tamamen temiz tatlı su "Mavi Su" kullanılmaktadır. Ancak, fabrikada yapılan üretimde kullanılan suyun büyük bir bölümü geri kazanımla tekrar kullanılmakta ve bu anlamda kullanılan su ise "Gri Su" tanımına girmektedir.

Bu çalışmada gerek ocakta üretimde gerekse fabrikada kullanılan taşın mineralojik yapısı, blok durumu ve diğer mühendislik özelliklerinin su kullanımında etken olabileceği düşüncesi ile Isparta, Burdur ve Antalya bölgesi benzer nitelikli bej renkli doğaltaşlar değerlendirme kapsamına alınmıştır. Çalışma arazi ve büro incelemeleri şeklinde iki aşamalı olarak yürütülmüştür. Arazi çalışmalarında ocaklarda kesim çalışmaları izlenmiş ve su kullanımı ölçümleri yapılmıştır. Fabrikalarda ocaklardan gelen blokların pazarlanabilir mamul hale getirilinceye kadar geçirdiği bütün aşamalar izlenmiş ve gerekli ölçümler yapılmıştır. Ocak ve fabrika sorumlu mühendislerinden de bilgiler alındıktan sonra bu bilgiler değişik firmalar ve ürettikleri mermer makinalarına ait katalog ve internet sitelerindeki bilgiler ile birlikte incelenerek ilk üretimden son kullanım yerine getirilinceye kadar kullanılan su miktar ve nitelik açısından hesaplanmaya çalışılmıştır.

1. DOĞALTAŞ ÜRETİMİ VE SU

1.1. Ocakta Blok Üretimi ve Su Kullanımı

Kademelendirilmiş bir doğaltaş ocağında yapılan işlemler sırası ile a) Delici ile yatay ve düşey deliklerin delinmesi, b) Elmas tel kesme makinesi ile mermer bloğun kesilmesi, c) Kesilen bloğun ana kütleden ayrılıp devrilmesi işlemi, d) Devrilen bloğun, daha küçük boyutlara ayrılması (sayalama) işlemi, e) Mermer blokların stoklanmasıdır (Onargan vd., 2005). Sadece bazı ocaklarda jeolojik ve ekonomik koşulların uygun olması halinde kollu kesici makinalar kullanılmaktadır ve çok yaygın kullanımı olmayan kollu kesici makinalar jeolojik koşullara göre sulu ya da susuz kesim yapmaktadır. Bu işlemler arasında yaygın su kullanımı, tel kesme ve blok boyutlarının pazarlanabilir ebatlara getirilmesi(sayalama) sırasındadır ve delik delme sırasında su kullanılmamaktadır.

Mermer bloğun kesilmesi işleminde kullanılan tel kesme makinaları değişik boyut ve özelliklerdedir. Değişik kaynaklarda, ortalama elmas tel kesme makinaları kesim hızı 5-20 m2/saat su sarfiyatı ise 100-120 litre/saat aralığında verilmektedir

ancak yaptığımız gözlemler sonucu kesimin başlaması ve sonlanması arasında arıza, ek yapma ve benzeri işlemlerden dolayı kesim için ortalama %40 daha fazla zaman harcanmaktadır. Dolayısı ile su ile ilgili hesaplamalarda kesime başlanması ve sonlanması arasında geçen sürede harcanan su miktarı dikkate alınmıştır.

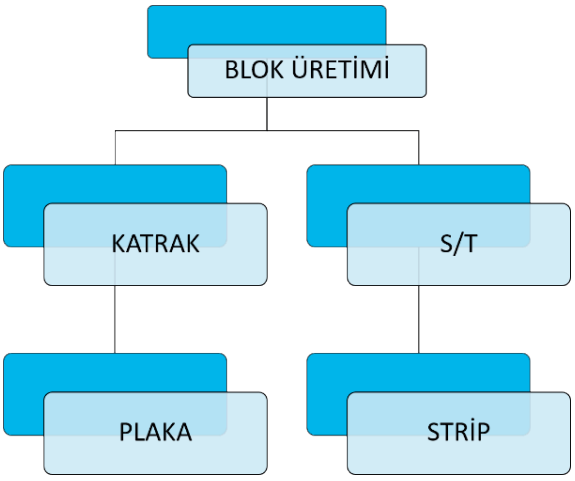
Benzer durum blokların boyutlandırılması (sayalama) işlemi için de geçerlidir. Değişik kaynaklarda, ortalama sayalama makinaları kesim hızı 2-12 m2/saat su sarfiyatı ise 50-60 litre/saat aralığında verilmektedir. Sayalama işleminde su kullanımı kaynaklarda verilen rakamların 200-250 litre/saat gibi oldukça üzerinde olduğu gibi ortalama %40 bir zaman artışı da gözlenmektedir. Ancak sayalama işleminde en büyük belirsizlik bir bloğun kaç yüzeyinin kesildiğidir. En az üç yüzeyi kesildiği gibi bu sayı altı yüzeye de çıkmaktadır.

Birim pazarlanabilir blok üretimi için harcanan su miktarı hesaplamalarında, Ocakta üretim yapılan aynada ana kütleden ayrılıp devrilen bloğun tamamından pazarlanabilir nitelikte blok elde edilememektedir. Bir miktar kayıp bloğun devrilmesi sırasında, bir kısım kayıp da sayalama sırasında olmaktadır. Bloğun devrilmesi sırasındaki kayıpların ortalama %70, sayalama sırasında ise %35 civarında olduğu gözlenmiştir. Ayrıca kusurlu olan ve kaliteye bağlı seçimle taşların ayrılması ile ayrı bir kayıp da yaşanmaktadır, ancak her koşulda kesim yapıldığı, su harcandığı dikkate alınmıştır.

Değişik ocaklarda yaptığımız gözlem, ölçüm ve firmalara ait kataloglarda yer alan bilgileri kullanarak yaptığımız hesaplamalara göre kaliteye bağlı seçimden bağımsız 1 m3 pazarlanabilir blok üretimi için harcanan su miktarı 630 litredir. Bu değerin moloz adı verilen ve katrakta kesilmeyip S/T ile işlenen daha küçük boyutlu olan 1 m3 bloklar için harcanan su miktarı 380 litredir.

1.2. Fabrikada Plaka-Ebatlı Üretim ve Su Kullanımı

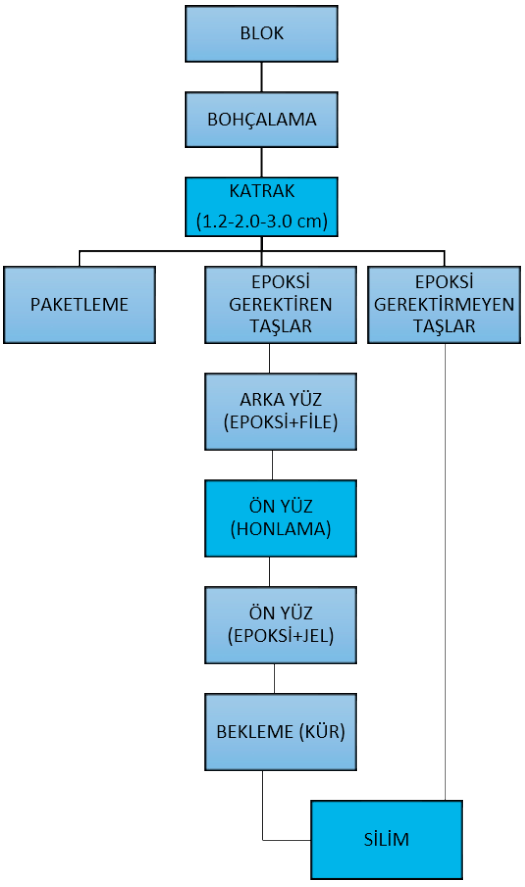
Fabrikada plaka ve ebatlı üretimin ilk basamağı ocaktan gelen blokların boyutlarına göre katrak ya da S/T adı verilen makineler ile ihtiyaca yönelik olarak değişik ebatlarda plaka ya da strip şeklinde kesilmesidir (Şekil 1). Bu ilk kesim işleminden sonra doğaltaşın pazarlanabilir özellikte piyasaya arz edilmesi değişik şekillerde olmaktadır. İlk olarak doğaltaşın yapısından kaynaklanan epoksi gerektiren ve epoksi gerektirmeyen ayrımının yapılmasıdır. Özellikle bej renkli doğaltaşlar (Burdur, Isparta gibi) kırıklı yapılarından dolayı file ve epoksi gibi sağlamlaştırma işlemleri gerektirmektedir. Kristal yapıları daha sağlam olan doğaltaşlar (Muğla, Uşak, Afyon gibi) epoksi işlemi gerektirmeden de pazarlanabilmektedir. Hangi grupta olursa olsun Katrak ya da S/T'den çıkan plaka ve stripler olduğu şekli ile pazarlanabildiği gibi değişik uygulamalar yapılarak, değişik ebatlara getirilerek de pazarlanabilmektedir. Genel fabrika aşamaları Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'de verilmiştir ve şekillerde su kullanım aşamaları mavi renkli gösterilmiştir.



Şekil 1. Ocaktan gelen blokların fabrika üretim aşamaları

Fabrika işlem aşamalarına baktığımızda su kullanan katrak ve S/T makinaları dışında honlama makinaları, plaka ve fayans silim makinaları, yarma makinaları, köprü kesme ve ebatlama makinaları ile alternatif yüzey işlemleri yapan makinaları karşımıza çıkmaktadır. Bütün makinaların hızları ve su tüketimleri üreten firma ve modele göre farklılık göstermektedir. Ayrıca aynı makinanın farklı fiziksel özellikteki taşlar için uyguladığı hızlar farklı olmaktadır. Ancak su miktarının nerede ise taşın boyutlarından ve özelliklerinden bağımsız olarak her zaman yaklaşık aynı miktarlarda kullanıldığı gözlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında Isparta, Burdur ve Antalya bölgesinde faaliyet gösteren fabrikalarda yapılan gözlem ve ölçümler ile üretici firmalara ait katalog verileri kullanılarak hesaplanan makinalara ait ortalama su kullanım değerleri aşağıda verilmiştir.



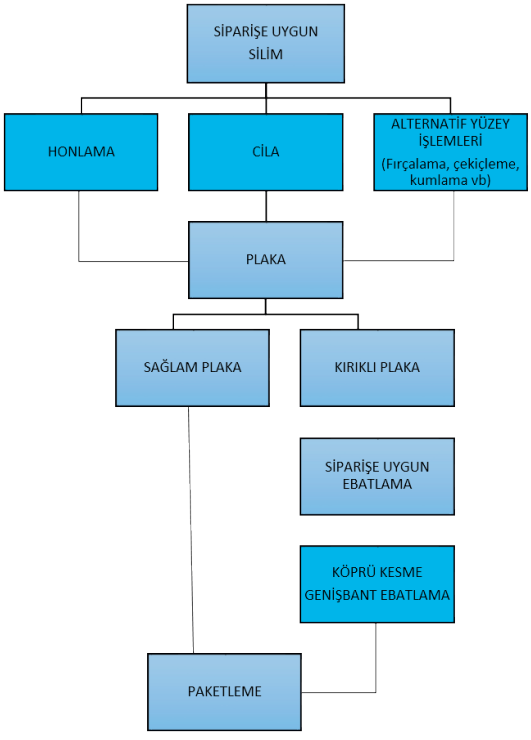
Şekil 2. Fabrikada plaka işlem 1. Aşama

Katrak; Ocaktan ebatlanmış halde gelen blokların kesildiği çoklu kesiciler olan katraklar, 2 ve 3 cm kalınlığında plaka kesmektedir. Çok yaygın olmasa da son zamanlarda 1.2 cm kalınlığında kesim de yapılmaktadır. Genel kesim hızları 120-300 mm/dakika olan bu makinelerde blokların başlangıç ve son kısımları ile arada kalan kısımlarının kesiminde farklı hızlar kullanılmaktadır. Su kullanımı 800-1000 lt/dakika arasındadır ve uygulamada taşın ebatlarından bağımsız her zaman ortalama aynı miktar su kullanılmaktadır. 2 cm lik taşlar için ortalama 2.133 litre/m^2, 3 cm lik taşlar için ortalama 3.048 litre/m^2 su kullanılmaktadır. Bu değer bir fabrika için ortalama 2.650 litre/m^2 olarak belirlenmiştir.

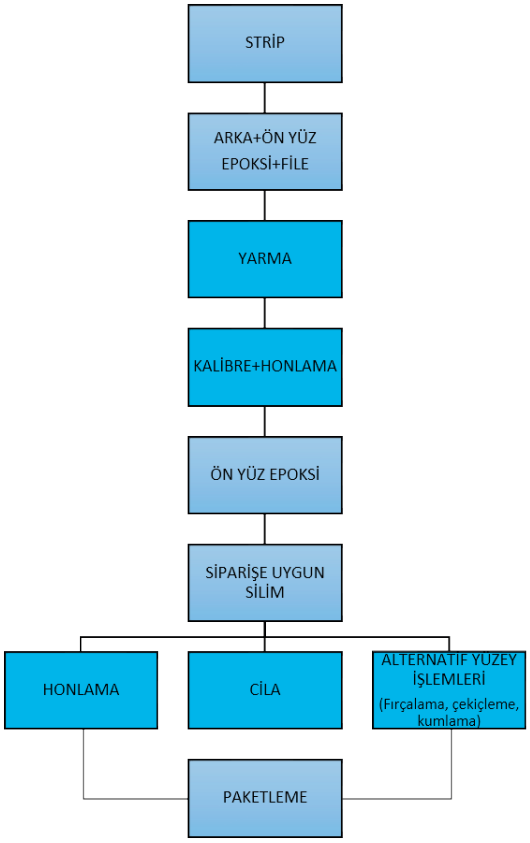
S/T; Genellikle net ölçüler taşımayan ve moloz olarak adlandırılan bloklar S/T makinaları ile kesilir. Fayans hatlarında kullanılan bu makinalarda bölge taşlarının özelliklerine bağlı olarak çapları 100-180 cm arasında değişen bir düşey ve daha küçük çaplı bir yatay testere kullanılır. Bloklardan 3.4-5.0-7.0 cm kalınlıklarda strip adı verilen serbest boya sahip kesim yapılır. Ortalama 150-200 litre/dakika su kullanılan bu makinaların ortalama kesim hızı 8.1-8.8 m^2/saattir. Verimleri oldukça düşük olan S/T'lerin taş kalınlığından bağımsız ortalama su tüketimi 875 litre/m^2 olarak ölçülmüştür.

Kalibre, honama, cila, plaka ve fayans silim; Silim hatları plaka ve ya daha küçük ebatlı taşlarda yüzey işlemlerinin yapıldığı makinalardır. Kalibre ile kalınlıklardaki hatalar giderilmekte, honlama ile kaba silim yapmakta, cila işleminde ise yüzey nerede ise pürüzsüz hale getirilmektedir. Makinalar arasındaki fark kullanılan aşındırıcı özelliği ve sayısından kaynaklanmaktadır. Bu makinaların su tüketimi aşındırıcı sayısına bağlı olarak 120-620 litre/dakika arasında değişmektedir. Plaka hatlarında ortalama su tüketimi honlamada 1.500 litre/m^2, cilada ise 2.200 litre/m^2 olarak belirlenmiştir. Fayans hattında ortalama su tüketimi ise honlamada 1.100 litre/m^2, cilada 1.500 litre/m^2 dir.

Yarma; S/T makinalarından gelen farklı kalınlığındaki stripler, yarma makinalarında ikiye ayrılarak daha düşük kalınlıklara getirilirler. Bu işlemden önce ve sonra taş sağlamlaştırılır, ayrıca kalibre işlemi ile de kalınlık daha düzgün hale getirilir. Yarma makinasında ortalama su tüketimi 480 litre/m^2 ölçülmüştür.



Şekil 3. Fabrikada plaka işlem 2. aşama



Şekil 4. Fabrikada strip işlem aşamaları

Köprü kesme ve ebatlama; Köprü kesme makinaları plakaları değişik amaçlar için ebatlandırmada kullanılan makinalardır. Blokların ocakta sayalanması sırasında istenilen ebatlarda kesmesi bu makinaların yükünü önemli ölçüde azaltmaktadır. Köprü kesme makinalarının ortalama kesim hızları 200-900 mm/dakika su tüketimleri de 150-250 litre/dakika arasında değişmektedir. Yaptığımız gözlemler köprü kesme makinalarının ortalama su tüketiminin 280 litre/m2 olduğunu göstermektedir.

Ebatlama, fayans hatlarında kullanılan ve birden fazla kesicinin kullanıldığı "çoklu ebatlama" olarak bilinen makinalarda yapılmaktadır. Bu makinalarda aynı anda birden fazla kesici kullanılarak istenilen ebatlarda iki aşamalı enden ve boydan ayrı ayrı kesim yapılabilmektedir. 30x60, 60x60 cm gibi ebatlarda kesimlerin yapıldığı bu makinaların ortalama kesim hızları 200-900 mm/dakika su tüketimleri de 60-200 litre/dakika arasında değişmektedir. Çoklu ebatlama makinalarında su tüketimlerinin değişken olduğu gözlenmiştir, ancak çoklu kesme makinalarının ebat ve bıçak sayısından bağımsız ortalama su tüketiminin 110 litre/m^2 olduğu hesaplanmıştır.

Alternatif yüzey işlemleri; Fabrikalarda alternatif yüzey işlemleri, fırçalama (yüzey eskitme), kumlama (yüzeyi ince pürüzlü hale getirme), çekiçleme (yüzeyi kaba pürüzlü hale getirme), kenar-köşe kırma, damlalık gibi oldukça çeşitlidir. Hatta CNC makinaları ile yapılan desen ve heykel uygulamaları da alternatif işlemler arasındadır. Bu alternatif işlemlerin her biri kendisine özgün olduğu ve çok fazla yaygınlık da taşımadığı için su tüketimi açısından değerlendirme dışında tutulmuştur. Ancak fabrikalarda yaptığımız gözlemlere göre diğer işlemler kapsamında birim metrekare maliyet üzerinde ortalama 5 litre/m^2 etkisi olabileceği öngörülmüştür.

2. SANAL SU VE SU AYAK İZİ

Bir ürünün üretiminden pazara sunuluncaya kadar geçen süreç içinde harcanan suyun miktarının bir ölçüsü olan sanal su ve su ayak izi ile ilgili yapılmış olan bu çalışma bir ilk niteliğindedir. Yapılan hesaplama ve değerlendirmelerde oldukça geniş bir yelpazeye sahip olan doğaltaş sektöründe Isparta-Burdur-Antalya bölgesinde çıkarılan ve fabrikalarda değerlendirilen bej renkli taşlar ele alınmıştır. Kendi içinde herhangi renk, desen, kalite ayrımı yapılmaksızın ocak ve fabrikalardaki üretim aşamaları ve buna bağlı genel su tüketimleri dikkate alınmıştır.

Ocaklarda nispeten benzer yöntemler kullanılmakta, fabrikalarda ise oldukça değişik üretim bantları, değişik makinaları kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında benzer nitelikteki üretimler ele alınarak hesaplamalarda bu farklılıklar mümkün olduğu kadar optimize edilmeye çalışılmıştır.

Hesaplamalarda ocak ve fabrika üretimlerinde, çalışanların ve işletmenin günlük kullanımları, çevre sulama gibi diğer kullanımlar için harcanan su miktarları ile sistem kayıplarının etkileri dikkate alınmıştır.

Yapılan hesaplamada pazarlamada üretim satış aralığında blok plaka üretiminde 5, moloz ebatlı üretiminde 4 sınıf ayrılmış sanal su miktarları bu sınıflara göre ayrı ayrı belirlenmiştir (Şekil 5).

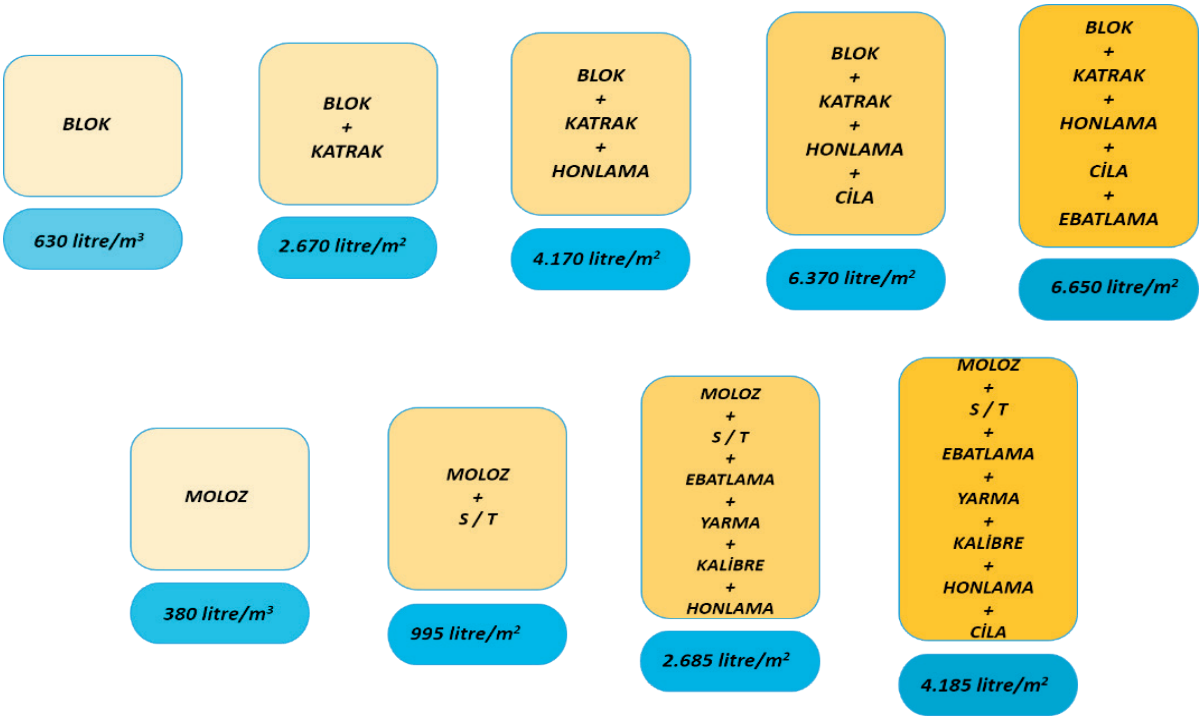
Doğaltaş üretiminde yeşil su kullanılmamakta, ocaklarda tamamen mavi su ve fabrikalarda mavi su ile bütün işletmelerde bulunan geri kazanım tesislerinden elde edilen gri su kullanılmaktadır.

Fabrikalarda üretim aşamalarında su sadece taş kesimi ve silim işlemlerinde kullanılmakta, herhangi bir kimyasal süreç içinden geçmemektedir. Bu nedenle fabrikalarda kimyasal olarak kirlenmemiş, içinde herhangi bir organik kalıntı da olmayan artık su, fabrika içinde bulunan arıtma tesislerinde çöktürme yöntemi ile askıda maddelerden kurtarılarak yeniden kullanılmaktadır.

Gri su, siyah su, az kirlenmiş gri su ve çok kirlenmiş gri su olarak sınıflandırılmaktadır (Üstün ve Tırpancı, 2015). Bu tanıma göre, doğaltaş sektöründe fabrikalarda kullanılan, içinde askıda maddeden başka herhangi bir kimyasal madde bulunmayan su az kirlenmiş gri su tanımı içinde kalmaktadır. Doğaltaş fabrikalarının bu şekildeki suyun ortalama % 80'i geri kazanılmaktadır. Suyun geride kalan kısmı kesilen taşlardan arta kalan çamur içinde tutulmaktadır.

Gri ve mavi su kullanımında bazı alanlarda belirsizlikler gözlenmektedir. Örneğin cila hatlarında tamamen mavi su kullanılırken, katrak hattında gri su kullanılmaktadır. Ayrıca arıtma sisteminden eksilen su da sürekli takviye edilmektedir. Bu nedenle yapılan değerlendirmede toplamda üretim için gereksinim duyulan suyun belli bir kısmının gri su olarak üretimde kullanıldığı dikkate alınmıştır.

Yapılan çalışma ile ocakta blok ve moloz, fabrikada plaka ve fayans üretimi için hesaplanmış olan Sanal Su ve Su Ayak İzi miktarları Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.



Şekil 5. Doğaltaş üretim aşamalarında kullanılan su miktarları

Çizelge 1. Blok ve Plaka üretimi Sanal Su ve Su Ayak İzi Miktarları

PAZARLANAN ÜRÜN	SANAL SU (Litre)	SU AYAK İZİ (Litre)	
		MAVİ SU	GRİ SU
Ham Blok (m^3)	630	630	-
Katrak Plaka (m^2)	2.670	534	2.136
Katrak Plaka Honlu (m^2)	4.170	834	3.336
Katrak Plaka Cilalı (m^2)	6.370	1.274	5.096
Katrak Plaka Cilalı Ebatlı (m^2)	6.650	1.330	5.320

Çizelge 2. Moloz ve Strip üretimi, Sanal Su ve Su Ayak İzi Miktarları

PAZARLANAN ÜRÜN	SANAL SU (Litre)	SU AYAK İZİ (Litre)	
		MAVİ SU	GRİ SU
Ham Moloz (m^3)	380	380	-
S/T Strip (m^2)	995	199	796
S/T Honlu Ebatlı (m^2)	2.685	537	2.148
S/T Cilalı Ebatlı (m^2)	4.185	837	3.348

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Doğaltaş kullanımı mimari çalışmaların vazgeçilmez bir unsurudur ve Türkiye'nin 2003-2016 yılları arasında doğaltaş ihracatı 1.5 milyon tondan 6.5 milyon tona yükselerek dünya pazarında önemli bir yere sahip olduğumuzu göstermektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı web sayfası). Ticaretimizde böyle bir önemli yeri olan doğaltaş ile ilgili ilk kez yapılan Sanal su ve Su Ayak İzinin hesaplanmasına yönelik çalışma ile ocaktan fabrikaya üretimin her aşamasındaki su tüketimleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Uzun bir zaman sürecindeki Isparta, Burdur, Antalya bölgelerindeki ocaklar ve fabrikalarda yapılan gözlem ve ölçümler, ocaklar ve fabrikalarda çalışan mühendislerden alınan bilgiler ve firmalara ait katalog bilgileri kullanılarak yapılan bu çalışma üretim-pazarlama aralığında kalan ortalama sonuçları yansıtmaktadır. Bölgesel ve daha dar alanlarda, doğaltaş çeşitliliğini de dikkate alarak yapılacak daha ayrıntılı çalışmalarla daha hassas sonuçlar elde edilebilecektir.

Günümüzde sadece tarımsal ürünler için oldukça ayrıntılı bir şekilde çalışılan Sanal su ve Su Ayak İzi kavramlarının madenciliğin ve mühendislik çalışmalarının diğer ilgi alanlarında da ele alınması bütün dünyada geleceğin önemli bir problemi olan su kaynaklarının verimli kullanımı ve uluslararası sanal su ticareti açısından önem taşımaktadır. Ayrıca bu çalışmaların sürdürülmesi yaptığımız üretim faaliyetlerinin su kullanımı ve çevre ilişkilerinin toplum tarafından daha doğru algılanmasına da yardımcı olacaktır.

KATKI BELİRTME

Bu makale uzun bir zaman sürecinde yaptığımız sayısız çalışmalar sırasında yaptığımız gözlemler ile elde etmiş olduğumuz veriler yardımı ile hazırlanmıştır. Bütün bu çalışmalar sırasında bilgi, deneyim ve yardımlarını esirgemeyen, üretim bilgilerini açık bir şekilde paylaşan isimlerini sayamayacağım çok sayıda firma ve bu firmalarda çalışan meslektaşlarımıza katkılarından dolayı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Allan J.A. 1994. Overall Perspectives on Countries and Regions. In P. Rogers and P. Lydon, eds. Water in the Arab World: Perspectives and Prognoses. Cambridge, Massachusetts, USA: Harvard University Press: p.65–100.

Anaç S. Özçakal E. Mangü G.A., 2011. Sanal su Kavramı ve Su Yönetiminde Önemi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 48 (2), s.159-161.

Aytemiz L. Diler Ö., 2015. Sanal Su Ekonomisi. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırma Dergisi, 4 (2), s.376-389.

Hoekstra, A.Y., Hung, P.Q., 2002. Virtual Water Trade: A Quantification of Virtual Water Flows Between Nations in Relation to International Crop Trade, Value of Water Research Report Series No:11, UNESCO-IHE, Delft, The Netherland, Pages 116.

Onargan T. Köse H. Deliormanlı H., 2005. Mermer. TMMOB Maden Mühendisler Odası Yayını, No.95. 3254 s., Ankara.

Şahin B., 2016. Küresel Bir Sorun:Su Kıtlığı ve Sanal Su Ticareti. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler

Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisdans Tezi, 110 s., Çorum.

Üstüner G., 2015. Gri Suyun Arıtımı ve Yeniden Kullanımı. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 20 (2): s.119-139.

WWF.2014, Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu Su, Üretim ve Ulusalararası Ticatret İlişkisi. Kaynak: http://www.wwf.org.tr/?2720.