

Sayı: 1

Haziran – Temmuz – Ağustos – Eylül 2025

WORKS BUSINESS®

İŞ VE İŞ DÜNYASI

Afyonkarahisar Uluslararası Blok Mermer Fuarı
ALZ Fuarcılık
“ Taş Yerinde Ağırdır “

Murat Kurum- Çevre, Şehircilik ve İklim
Değişikliği Bakanı
“Sektörde Yeşil Dönüşümün Teşvik Edilmesi
Önceliklerimiz Arasında”

Prof. Dr. Ömer Bolat –Ticaret Bakanı
“Türkiye, Hem Kalite Hem de Miktar
Açısından Küresel Düzeyde Önemli Bir
Doğal Taş Üreticisi”

Hüsnü Serteser- Afyonkarahisar Ticaret
ve Sanayi Odası Yön. Kur. Başkanı
“Afyonkarahisar Sadece Mermer
Üretmiyor, Dünyaya Vizyon Sunuyor”





AFYONKARAHİSAR'DAN DÜNYAYA AÇILAN DOĞAL TAŞ VİTRİNİ: ALZ BLOK MERMER FUARI

Cihat ALAGÖZ

ALZ Grup Yönetim Kurulu Başkanı

69

ECONOMIC VIABILITY OF UNDERGROUND VS. OPEN-PIT DIMENSION STONE MINING YERALTI VE AÇIK OCAK BOYUT TAŞI MADENCİLİĞİNİN EKONOMİK FİZİBİLİTESİ

119

Christos GRAVALOS

Marble Consulting İş Operasyonları Yöneticisi



ÖZEL RÖPORTAJ

Seçkin PİRİM

Heykeltraş

138

Künye

YAYINCI

Megabirlik TV Radyo Reklamcılık
Prodüksiyon Yayıncılık A.Ş.

İMTİYAZ SAHİBİ

Megabirlik TV Radyo Reklamcılık
Prodüksiyon Yayıncılık A.Ş.

GENEL YAYIN YÖNETMENİ

Selcen Dilek ÇÖYGÜN

EDİTÖR/ İÇERİK KOORDİNATÖRÜ

Berna Uğur TÜRKSOY

REKLAM KOORDİNATÖRÜ

Hüseyin GÜNER

YAYIN TÜRÜ

Sürelili Yayın (4 Ayda Bir Yayınlanır)

DİZGİ/ GRAFİK TASARIM

Anıl EYİBAY

İDARE YERİ

Balgat, Osmanlı Cad. 25/2, 06520
Çankaya/Altındağ/Ankara

BASKI YERİ

Afyonkarahisar OSB Mah. 14. Ada 1. Blok
Afyonkarahisar Merkez, Afyonkarahisar

**Christos GRAVALOS**

Marble Consulting İş Operasyonları Yöneticisi

ECONOMIC VIABILITY OF UNDERGROUND VS. OPEN-PIT DIMENSION STONE MINING

YERALTI VE AÇIK OCAK BOYUT TAŞI MADENCİLİĞİNİN EKONOMİK FİZİBİLİTESİ

Summary: The selection between underground and open-pit mining methods significantly impacts the economic feasibility of dimension stone extraction. While open-pit mining is prevalent due to its cost-effectiveness and operational simplicity, underground mining is gaining attention owing to environmental considerations and land-use constraints. This paper evaluates the economic viability of both methods by analyzing capital and operational costs, recovery rates, environmental impacts, and long-term profitability. Case studies of marble and granite quarries employing both methods provide practical insights for industry stakeholders.

Key words: underground marble quarrying, open-pit, dimension stone mining

Özet: Yeraltı ve açık ocak madenciliği yöntemlerinin seçimi, boyut taşı çıkarımının ekonomik fizibilitesini önemli ölçüde etkiler. Açık ocak madenciliği, maliyet etkinliği ve operasyonel basitliği nedeniyle yaygın olarak tercih edilse de, çevresel faktörler ve arazi kullanım kısıtlamaları nedeniyle yeraltı madenciliği giderek daha fazla ilgi görmektedir. Bu makale, sermaye ve işletme maliyetleri, geri kazanım oranları, çevresel etkiler ve uzun vadeli karlılık analiz edilerek her iki yöntemin ekonomik fizibilitesini değerlendirir. Mermer ve granit ocaklarında her iki yöntemi uygulayan vaka çalışmaları, sektör paydaşları için pratik bilgiler sunar.

Anahtar Kelimeler: yeraltı mermer madenciliği, açık ocak, boyut taşı madenciliği

1. Introduction

Dimension stone mining involves the extraction of natural stone blocks for use in construction, monuments, and various industrial applications. The choice between open-pit and underground mining methods is influenced by factors such as deposit depth, geology, environmental regulations, and economic considerations. This paper aims to compare the economic aspects of both mining methods to guide decision-making in the industry.

1. Giriş

Boyut taşı madenciliği, inşaat, anıtlar ve çeşitli endüstriyel uygulamalar için doğal taş bloklarının çıkarılmasını içerir. Açık ocak ve yeraltı madenciliği yöntemleri arasındaki seçim, yatak derinliği, jeoloji, çevresel düzenlemeler ve ekonomik faktörler gibi unsurlardan etkilenir. Bu makale, sektörde karar verme süreçlerine rehberlik etmek amacıyla her iki madencilik yönteminin ekonomik yönlerini karşılaştırmayı amaçlamaktadır.

2. Technical and Economic Factors in Dimension Stone Mining

2.1 Open-Pit Mining

The main advantages are:

- Lower Initial Capital Investment: Open-pit mining typically requires less capital expenditure compared to underground mining. The infrastructure is simpler, involving benches and haul roads, which reduces initial costs.
- Higher Production Rates: The use of large-scale equipment allows for the extraction of significant volumes of stone, leading to economies of scale.

The main challenges:

- Environmental Impact: Open-pit mining has a substantial environmental footprint, including habitat destruction, dust generation, and visual intrusion. These impacts can lead to stringent regulatory requirements and potential delays.
- Land Use Conflicts: The extensive surface area required can lead to conflicts with other land uses, especially in populated or agriculturally valuable regions.

2. Boyut Taşı Madenciliğinde Teknik ve Ekonomik Faktörler

2.1 Açık Ocak Madenciliği

Başlıca avantajlar:

- Daha Düşük Başlangıç Sermayesi Yatırımı: Açık ocak madenciliği, yeraltı madenciliğine kıyasla genellikle daha az sermaye harcaması gerektirir. Basamaklar ve taşıma yolları gibi daha basit bir altyapı, başlangıç maliyetlerini azaltır.
- Yüksek Üretim Oranları: Büyük ölçekli ekipman kullanımı, önemli miktarda taş çıkarımına olanak tanır ve ölçek ekonomisi sağlar.

Başlıca zorluklar:

- Çevresel Etki: Açık ocak madenciliği, habitat tahribatı, toz oluşumu ve görsel rahatsızlık gibi önemli çevresel etkilere sahiptir. Bu etkiler, sıkı düzenleyici gerekliliklere ve olası gecikmelere yol açabilir.
- Arazi Kullanım Çatışmaları: Geniş yüzey alanı gereksinimi, özellikle nüfusun yoğun olduğu veya tarımsal açıdan değerli bölgelerde arazi kullanımıyla ilgili çatışmalara neden olabilir.



Fig. 1. Vertical benches in open-pit quarry.
Şekil 1. Açık ocak ocağında dikey basamaklar.

2.2 Underground Mining

The main advantages are:

- Reduced Surface Disturbance: Underground mining minimizes surface environmental impacts, preserving the landscape and reducing visual intrusion.
- Access to Deep Deposits: It allows for the extraction of stone deposits located at greater depths, which may be inaccessible or uneconomical for open-pit methods.

The main challenges:

- Higher Capital and Operating Costs: The need for specialized equipment, ventilation systems, and ground support increases both capital and operational expenditures.
- Safety and Technical Challenges: Ensuring the stability of underground workings and the safety of personnel requires rigorous monitoring and management.

2.2 Yeraltı Madenciliği

Başlıca avantajlar:

- Azaltılmış Yüzey Bozulması: Yeraltı madenciliği, yüzeydeki çevresel etkileri en aza indirir, manzarayı korur ve görsel rahatsızlığı azaltır.
- Derin Yataklara Erişim: Açık ocak yöntemleriyle erişilmesi zor veya ekonomik olmayan daha derin taş yataklarının çıkarılmasını sağlar.

Başlıca zorluklar:

- Daha Yüksek Sermaye ve İşletme Maliyetleri: Özel ekipman, havalandırma sistemleri ve zemin destek yapıları ihtiyacı, hem sermaye hem de işletme harcamalarını artırır.
- Güvenlik ve Teknik Zorluklar: Yeraltı çalışmalarının stabilitesini ve personelin güvenliğini sağlamak, titiz izleme ve yönetim gerektirir.



Fig. 2. Entrances of underground marble quarry., implementing room & pillar mining method.
Şekil 2. Yeraltı mermer ocağının girişleri, oda ve sütun madenciliği yöntemi uygulanarak.

3. Comparative Cost Analysis

3.1 Capital Investment and Infrastructure

Open-pit mining involves costs related to overburden removal, bench construction, and haul road development. In contrast, underground mining requires significant investment in shaft sinking or decline development, ventilation systems, and ground support structures. A study on the economics of underground conversion in surface limestone mining operations highlights that underground mining demands higher initial capital but can be justified by factors such as environmental constraints and ore body depth (Shinobe, 1997).

3. Karşılaştırmalı Maliyet Analizi

3.1 Sermaye Yatırımı ve Altyapı

Açık ocak madenciliği, üst örtü kaldırma, basamak inşası ve taşıma yolları geliştirme maliyetlerini içerir. Buna karşılık, yeraltı madenciliği, shaft açma veya eğimli galeri geliştirme, havalandırma sistemleri ve zemin destek yapıları için önemli yatırımlar gerektirir. Yüzey kireçtaşı madenciliği operasyonlarında yeraltı dönüşümünün ekonomisi üzerine yapılan bir çalışma, yeraltı madenciliğinin daha yüksek başlangıç sermayesi gerektirdiğini, ancak çevresel kısıtlamalar ve yatak derinliği gibi faktörlerle bu maliyetlerin haklı çıkarılabileceğini göstermektedir (Shinobe, 1997).



Fig. 3. Chain saw machine creating vertical and horizontal cuttings.
Şekil 3. Zincirli testere makinesi ile dikey ve yatay kesimler yapımı.

3.2 Operating Costs

Operating costs in open-pit mining are generally lower due to the use of large-scale equipment and straightforward logistics. However, as the pit deepens, haulage costs increase, potentially reducing economic viability (EPIROC). Underground mining incurs higher operating costs due to factors like ventilation, ground support, and more complex logistics. The choice between methods should consider the balance between these costs and the value of the extracted stone.

3.2 İşletme Maliyetleri

Açık ocak madenciliğinde işletme maliyetleri, büyük ölçekli ekipman kullanımı ve basit lojistik nedeniyle genellikle daha düşüktür. Ancak, ocak derinleştikçe taşıma maliyetleri artar ve bu da ekonomik fizibilitesini azaltabilir (EPIROC). Yeraltı madenciliği, havalandırma, zemin desteği ve daha karmaşık lojistik gibi faktörler nedeniyle daha yüksek işletme maliyetlerine sahiptir. Yöntem seçimi, bu maliyetler ile çıkarılan taşın değeri arasındaki dengeyi dikkate almalıdır.

3.3 Recovery Rates and Stone Quality

Open-pit mining often achieves higher recovery rates due to the accessibility of the deposit and the ability to use larger equipment. However, underground mining can offer better control over extraction, potentially leading to higher-quality blocks with fewer defects. The method chosen can influence the marketability and price of the final product (Business Research Insights).

3.3 Geri Kazanım Oranları ve Taş Kalitesi

Açık ocak madenciliği, yatağa kolay erişim ve büyük ekipman kullanımı nedeniyle genellikle daha yüksek geri kazanım oranları sağlar. Ancak, yeraltı madenciliği, çıkarma süreci üzerinde daha iyi kontrol sunarak daha az kusurlu, daha yüksek kaliteli bloklar elde edilmesini sağlayabilir. Seçilen yöntem, nihai ürünün pazarlanabilirliğini ve fiyatını etkileyebilir (Business Research Insights).



Fig. 4. Quality control of stone bench marking marble blocks.
Şekil 4. Mermer bloklarının işaretleme için taş basamaklarının kalite kontrolü.

4. Environmental and Regulatory Considerations

Environmental regulations are becoming increasingly stringent, impacting the feasibility of open-pit operations. Issues such as dust, noise, and visual impact are more pronounced in open-pit mining, leading to potential conflicts with local communities and regulatory bodies. Underground mining presents a reduced environmental footprint, which can be advantageous in areas with strict environmental regulations or sensitive ecosystems (ESTABLISHING EUROPE-WIDE MINERAL RESOURCES AND RESERVES REPORTING STANDARDS, 2014).

4. Çevresel ve Düzenleyici Hususlar

Çevresel düzenlemeler giderek daha katı hale gelmekte ve açık ocak operasyonlarının fizibilitesini etkilemektedir. Toz, gürültü ve görsel etki gibi sorunlar, açık ocak madenciliğinde daha belirgindir ve yerel toplumlar ile düzenleyici kurumlarla çatışmalara yol açabilir. Yeraltı madenciliği, daha az çevresel ayak izi sunar ve bu, sıkı çevresel düzenlemelere sahip bölgelerde veya hassas ekosistemlerde avantaj sağlar (ESTABLISHING EUROPE-WIDE MINERAL RESOURCES AND RESERVES REPORTING STANDARDS, 2014).

5. Case Studies and Real-World Comparisons

In Italy, underground mining of dimension stone has been practiced addressing environmental and land-use concerns. Technologies such as chain saws and diamond wire have been successfully employed since the late 1970s, allowing for efficient extraction with minimal surface disturbance (Daniel et Al). These practices demonstrate the viability of underground methods in regions where surface mining is less feasible.

6. Conclusion and Recommendations

The economic viability of underground versus open-pit dimension stone mining is context-dependent. Open-pit mining offers lower initial costs and higher production rates but comes with significant environmental and land-use challenges. Underground mining requires higher capital investment and incurs greater operating costs but provides advantages in terms of reduced environmental impact and access to deeper deposits. Decision-makers should conduct comprehensive feasibility studies, considering factors such as deposit characteristics, environmental regulations, and market conditions, to determine the most suitable mining method.

5. Vaka Çalışmaları ve Gerçek Dünya Karşılaştırmaları

İtalya'da, çevresel ve arazi kullanım kaygılarını ele almak için yeraltı boyut taşı madenciliği uygulanmaktadır. Zincirli testereler ve elmas tel gibi teknolojiler, 1970'lerin sonlarından beri başarılı bir şekilde kullanılarak, yüzey bozulmasını en aza indirerek etkin çıkarma sağlar (Daniel ve diğerleri). Bu uygulamalar, yüzey madenciliğinin daha az uygulanabilir olduğu bölgelerde yeraltı yöntemlerinin fizibilitesini göstermektedir.

6. Sonuç ve Öneriler

Yeraltı ve açık ocak boyut taşı madenciliğinin ekonomik fizibilitesi, bağlama bağlıdır. Açık ocak madenciliği, daha düşük başlangıç maliyetleri ve daha yüksek üretim oranları sunar, ancak önemli çevresel ve arazi kullanımı zorluklarıyla karşı karşıyadır. Yeraltı madenciliği, daha yüksek sermaye yatırımı ve işletme maliyetleri gerektirir, ancak çevresel etkilerin azalması ve daha derin yataklara erişim avantajları sağlar. Karar vericiler, yatak özellikleri, çevresel düzenlemeler ve piyasa koşulları gibi faktörleri dikkate alarak kapsamlı fizibilite çalışmaları yapmalı ve en uygun madencilik yöntemini belirlemelidir.



Fig. 5. Full-width view of underground marble quarry.
Şekil 5. Yeraltı mermer ocağının tam genişlik görünümü.

Acknowledgments: In the Acknowledgments section, the authors may credit others for their guidance, helping or funding.

Teşekkür: Teşekkür bölümünde, yazarlar rehberlik, yardım veya finansman sağlayan diğer kişilere teşekkür ederim.

