



MAKALE HAKKINDA

Geliş:

MART 2017

Kabul:

TEMMUZ 2017

MESAFE ÖLÇME YÖNTEMLERİNİN ANALİTİK HİYERARŞİ PROSES YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

THE EVALUATION OF DISTANCE MEASURING BY ANALITIC HIERARCHY PROCES METHOD

Metin Ersoy^a, Mustafa Yavuz Çelik^b, Liyaddin Yeşilkaya^c

ÖZ

Bu çalışmada mermer işleme tesisindeki ürünlerin (blok, plaka, levha, fayans, vb.) boyutlarının ölçülendirilmesi, lazer metre, şerit metre ve görüntü üzerinden ölçme yöntemleriyle yapılmış, sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Değerlendirme aşamasında çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Proses yöntemi kullanılmıştır. Manuel ölçme yönteminde şerit metre, lazer metre yönteminde Leica Disto S910 ve görüntü üzerinden ölçme yönteminde de On 3D Measure programı kullanılmıştır. Sonuç olarak en iyi yöntemin lazermetre ile ölçüme yöntemi olduğu ve ileride daha yaygın kullanılacağı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Ölçme yöntemleri, Lazermetre, On 3D Measure

ABSTRACT

In this study, the dimension of a marble plants products were measured by laser meter, steel meter and from images then the results were compared. At the evaluation stage, Analytic Hierarchy Method a kind of multi criteria decision making method was used. Steel meter was used for manual measure method, Leica Disto S910 was used for laser meter method and On 3D Measure software was used for image method. As a result, it was seen that the laser meter method is the best method and it will be more popular.

Key Words: Measurement methods, Laser meter, On 3D Measure

aDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: metinersoy@aku.edu.tr

bDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: mycelik@aku.edu.tr

cÖğr. Grv. AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: yesilkay@aku.edu.tr

GİRİŞ

İki nokta arasındaki mesafe, mikron altından ışık yılına varan çok geniş bir perspektifte, boyutun büyüklüğüne göre çeşitli yöntemlerle ölçülmektedir. Şerit metre ve çelik cetveller, boyutsal ölçümlerde izlenebilirliğin endüstriye aktarılabilmesi için kullanılan en temel ölçme yöntemidir. Şerit metre ve çelik cetvellerin kalibrasyonu mutlak veya karşılaştırma metodu ile yapılır. Mutlak yöntemde, çizgi skala aralıkları referans standart ile direkt olarak ölçülür (Özgür ve Yandayan, 2008).

Görüntü işleme, insan görme sisteminin yaptığı işlemlerin bilgisayar ortamında gerçekleştirilmeye çalışılmasıdır. Bu işlemlerden bazıları; renk ve nesne algılama, ayırt etme, yorumlama ve hatırlamadır. Doğal olarak sahip olduğumuz bu özelliğin ilk bakışta kolay gibi düşünülen bu işlemlerin bilgisayar ortamında uygulaması oldukça zordur. Çünkü insan algılama sistemi; görüntü yakalama, gruplama ve analiz konusunda bilinen en karmaşık sistemdir (Jaehne, 1997).

Görüntü işleme yöntemleri görüntünün elde edilmesi, sayısallaştırılması, bölümlenmesi, iyileştirilmesi, sınıflandırılması, kaydedilmesi ve yeniden çağırılması gibi birçok işlemi kapsar ve bu yöntemler özellikle sanayide devam etmekte olan bir süreci kesip içinden numune almadan görece uzaktan ve hızlı bir şekilde yapılan birçok işlem için uygulama alanı bulmuştur (Akkoyun, 2010). Tıp ve biyolojide biyomedikal görüntülerin işlenmesi ve değerlendirilmesi; fizik ve mühendislikte elektron mikroskobu ve spektrometre görüntülerinin işlenmesi; uzay ve havacılık alanlarında uydu ve radar görüntülerinin

işlenmesi ve bunların değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Savunma sanayisi ve güvenlik sektöründe parmak izi, göz tarama, gece görüşü; endüstrinin birçok alanında süreç ve ürün denetimi, sınıflandırma ve kontrolde; hava ve tarım ürünlerinin tahmininde kullanılmaktadır. Bu uygulama alanlarından birisi de yerbilimleri ve madencilik sektörüdür (Akkoyun, 2010).

Görüntü işleme teknikleri maden işletmelerinin çevresel etkilerinin belirlenmesinde (Cutaia vd., 2004); kayaçların yapısal özelliklerinin tahmin edilmesinde (Karakuş, 2006); mineral tanımlama ve metal içeriği tahmininde (Labe vd., 2008; Baykan ve Yılmaz, 2010); agrega tane boyutunun tahmin edilmesinde (Maerz, 1998; Cabello vd., 2002); kırma-öğütme devrelerinin uzaktan ve anlık tane boyu dağılımı kontrolünde (Maerz and Palangia, 2000); patlatma sonrası çıkan malzeme tane boyu dağılımının tahmin edilmesinde (Latham et al., 2003; Kemeny vd., 2004; Sanchidrián vd., 2006); flotasyonda köpük kontrolü ve tane boyu ölçümünde (Bailey vd., 2005; Liu vd., 2005; Ekmekçi ve Şahin, 2006) uygulanmıştır.

Lazer metre, lazer ışınlarının yardımı ile mesafeleri ölçen bir cihazdır. Bir noktaya odaklanan ışınlar, lazer metre tarafından yayılır. Bunun üzerine bu cihaz ışık ışınlarının kaynağa tekrar yansımaları için gerekli zamanı hesaplar elde edilen sonuçlar sayesinde mesafe oldukça hassas bir şekilde tespit edilir. Mesafe ölçümünün bu şekli örneğin ultrasonik ölçüm gibi diğer alternatiflerden çok daha hassastır (Bayram, 2012).

aDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: metinersoy@aku.edu.tr

bDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: mycelik@aku.edu.tr

cÖğr. Grv. AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: yesilkay@aku.edu.tr

Ultrasonik mesafe ölçerler de ses dalgalarını ultrasonik alanda yayar. Bu ses dalgaları dalgalı biçimde genişler ve birçok arıza faktörü tarafından etkilenebilir. Çevrede bulunan nesnelere ultrasonik ses dalgalarının yayılımını engeller ve böylece ölçüm sonucunu değiştirir (Bayram, 2012). Üretim prosesinin önemli bir adımı, üretilen ürünlerin boyutlarının hassas bir şekilde ölçülmesi, birinci ve ikinci kalite mamul miktarıyla fire miktarlarının belirlenmesidir. Bu işlem günümüzde şerit metre ve kumpas kullanılarak manuel gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmada mermer işleme tesisindeki ürünlerin (blok, plaka, levha, fayans, vb.) boyutlarının ölçülendirilmesi, lazer metre, şerit metre ve görüntü üzerinden ölçme yöntemleriyle yapılmış, sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Değerlendirme aşamasında çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Proses yöntemi kullanılmıştır. Ölçme işlemleri, Afyon Kocatepe Üniversitesi doğaltaş uygulama atölyesinde öğrenciler tarafından üretilen ürünler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Manuel ölçme yönteminde şerit metre ve kumpas, lazer metre yönteminde Leica disto S910 ve görüntü üzerinden ölçme yönteminde de on 3D measure programı kullanılmıştır.

MESAFE ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Mesafe ölçme yöntemleri manuel, elektronik cihazlarla ve fotoğraf üzerinden olmak üzere üç ana grupta incelenebilir. Manuel ölçme yönteminde amaca uygun olarak çelik, ahşap, plastik gibi malzemelerden imal edilmiş metre, cetvel, mesura ve kumpas gibi aletler kullanılır. Standart metrede, 1 mm lik eşit aralıklarla 5 adet çizginin birleşmesiyle ½ cm, 2 adet ½ cm nin birleşmesiyle 1 cm, 100 adet 1 cm nin birleşmesiyle 1 metreyi gösteren çizgiler

bulunur. Genel olarak piyasada 3, 5, 20, 50 m boyunda metreler kullanılır. Küçük iş parçalarının ölçülmesinde ise kumpas adı verilen mm nin ast katlarının da ölçülmesine imkan tanıyan verniyerli sistemler kullanılır (Şekil 1). Elektronik cihazlarla ölçmede, ölçme sistemine göre lazermetreler ve ultrasonik mesafe ölçerler kullanılır. Ultrasonik cihazlarda uzaklığı belirlenecek hedefe gönderilen ses dalgalarının gidiş dönüş süresinden mesafe ve hedefin yüzey şekli hakkında bilgi edinilir. Lazermetrelerde ise sistem tek noktaya odaklanmış ışın demetinin hedefe gidiş geliş süresine ve ışığın hızına göre mesafenin hesaplanması şeklinde çalışır. Cihazda eğim sensörü ve bir işlemci bulunur. Bunun yardımıyla arka arkaya yapılan ölçümler kaydedilebilir, ölçüm noktalarına göre nesnenin şekli bilgisayar ortamına aktarılarak çizilebilir, nesnenin iki farklı noktasındaki mesafe uzaktan ölçülebilir, ölçüm noktaları arasındaki açılar okunabilir, cismin alanı ve hacmi hesaplanabilir (Şekil 2). Fotoğraf üzerinden ölçmede ise temel prensip, nesnelerin boyutlarının belli bir referans nesneye göre ya da fotoğrafın büyütme oranına göre enterpolasyon yöntemiyle hesaplanmasıdır. Tıp alanında organların ve tümörlerin, jeoloji alanında kayaçlarının tane boylarının ve sayılarının, madencilik alanında yığın halindeki cevherin miktarının ve parça boyut dağılımının, haritacılıkta topoğrafyanın ve yüzey alanının hesaplanmasında sıkça kullanılır. Tane boyut analizlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş, bilgisayar ortamında çalışan birçok görüntü analiz programı mevcuttur. Bu programlar, tanecik miktarını, kapladığı alanı, taneciklerin çevresini, taneciğe en yakın geometrik şekli ve boyunu tek tek hesaplayabilir. Hesaplama mikroskopta çekilen fotoğraflar için büyütme oranına göre, açık havada yığınlar için ise programa tanımlanan

aDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: metinersoy@aku.edu.tr

bDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: mycelik@aku.edu.tr

cÖğr. Grv. AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: yesilkay@aku.edu.tr

bir ölçek yardımıyla gerçekleştirilir. Bu programlarla çalışılırken, çekilen fotoğraflar üzerinde hesaplama katılan alanların sınırları, ya fotoğrafın işlenerek ya da fotoğraf



Şekil 1. Metre ve kumpas (Anon c)



Şekil 2. Lazermetre (Anon d)

Günümüzde mobil telefonların gelişmesi ve yaygınlaşmasıyla android işletim sisteminde çalışabilen küçük boyutlu birçok mesafe ölçme programı da geliştirilmiştir. Bu programlardan bazıları sadece fotoğraf üzerinden ölçüm yaparken bazıları da telefonda bulunan eğim sensörlerinden ve GPS sistemlerinden yararlanmaktadır. Eğim sensörlerinden yararlanan programlarda, uzaklığı belirlenecek nesnenin tabanı hedef alınarak ölçüm yapılmaktadır. Aynı şekilde nesnenin (binanın) tabanı ve tavanı arka arkaya hedef alınarak yükseklik ölçümü de yapılabilmektedir. Burada program, hedefle telefon arasında bir dik üçgen oluşturarak

üzerine işaretlenerek belirlenmesi gerekir (Şekil 3).



Şekil 3. Tane boyut analizi için hazırlanmış ince kesit görüntüsü, Light Onix

(Ersoy vd. 2016)

hesaplama yapmaktadır. GPS sistemlerinden yararlanan programlar ise telefonun farklı noktadaki konumlarını harita üzerinde işaretleyerek hesaplama yapmaktadır. Eğim sensörünün ya da GPS sistemlerinin kullanıldığı yazılımlarda da ya hedef yakındaki bir nesnenin boyutu referans olarak tanımlanmakta ya da hedefle ölçüm noktası arası mesafe tanımlanmaktadır. Böylece program entropolasyon yaparak bilinmeyen boyutu hesaplamaktadır. Google Play Store da tarama yapıldığında çeşitli amaçlar için hazırlanmış ücretli ve ücretsiz birçok program bulunabilir (Şekil 4).



Şekil 4. Android tabanlı yazılımlarla mesafe ölçümü (Anon b)

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSES YÖNTEMİ (AHP)

Analitik Hiyerarşi Proses (AHP), ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmış, 1977 de ise Saaty tarafından bir model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir (Anon a, Baltalar 2008). Yöntem bir karar probleminde, sonlu sayıdaki seçenekleri birden fazla ölçüte göre, varsa niteliksel olanlarıyla birlikte değerlendiren ve seçenekleri önem derecelerine göre sıralayan, niceliksel bir teknik olup karar vericilerin daha etkin karar vermesini amaçlamaktadır. Karar vericilere, karar verme sürecindeki nitel ve nicel faktörleri birleştirme olanağı verdiği, güçlü ve kolay anlaşılır bir yöntem olduğu ve süreci matematiksel bir tabanda ifade edebildiği için öne çıkmaktadır.

Literatür incelendiğinde AHP yönteminin uygulanışı ve farklı alanlarda aplikasyonu ile ilgili Saaty (1990, 1994, 2008) başta olmak üzere Alkibay ve Ekmekçi (2010), Baltalar (2008), Bodin ve Gass (2003), Dağdeviren vd. (2004), Göksu ve Güngör (2008), Matthew vd. (2008), Ramanathan (2001), Sağır ve Öztürk (2010), Triantaphyllou ve Mann (1995),

Whitaker (2007), Yang ve Shi (2002), Yüksel ve Akin (2006), Ersoy ve Yeşilkaya (2013) gibi daha birçok araştırmacı tarafından çeşitli çalışılmalar yapıldığı görülür.

AHP yöntemi, işe uygun eleman seçimi, tesis ihtiyaçlarını karşılayabilecek fason kuruluş seçimi, bireysel olarak eş ve ev eşyası seçimlerinde kolaylıkla uygulanabilmektedir. Yöntem;

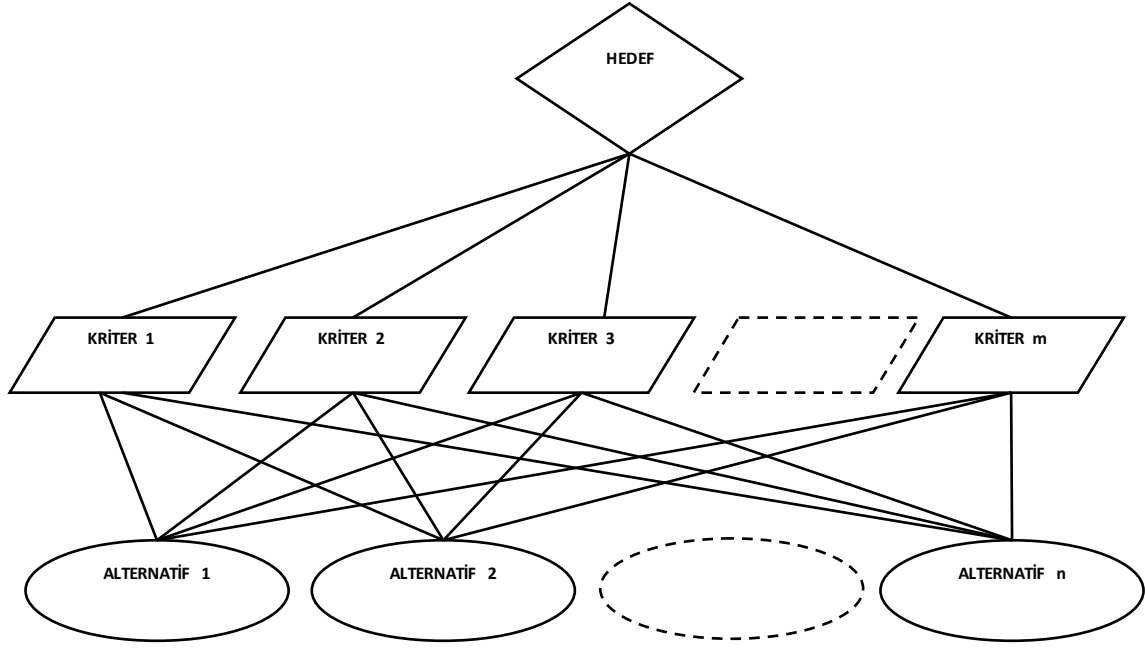
- Hiyerarşik yapının oluşturulması
- Önceliklerin belirlenmesi
- İkili karşılaştırma matrisi ve çözümü
- Öncelik vektörünün oluşturulması
- Tutarlılık oranının hesaplanması
- Karar noktalarındaki sonuç dağılımının bulunması aşamalarından oluşur.

Hiyerarşik yapının oluşturulması aşamasında, değerlendirme yapılacak ölçütler ve seçenekler belirlenir. Yapı, en üstte ana hedef, sonra kararı etkileyecek kriterler ve en sonda karar alternatiflerinden oluşur (Şekil 5).

aDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: metinersoy@aku.edu.tr

bDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: mycelik@aku.edu.tr

cÖğr. Grv. AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: yesilkay@aku.edu.tr



Şekil 5. Hiyerarşik yapı

Önceliklerin belirlenmesi aşamasında, kriterler karşılaştırılır ve birbirlerine göre üstünlükleri belirlenir. İkili karşılaştırmalar, karar kriterlerinin ve alternatiflerin öncelik dağılımlarının kurulması için tasarlanmış olup işlemin kolaylaştırılması bakımından Saaty 1994 tarafından ortaya atılan “1-9” ölçeği kullanılır (Çizelge 1).

İkili karşılaştırma matrisleri, alternatiflerin birbirlerine göre üstünlüklerinin belirlenmesi amacıyla her kriter için ayrı hazırlanır. Matrisler kare matrisleridir ve öncelikler yine karşılaştırma ölçeğine göre belirlenir. Buna göre matrisin köşegeni, alternatifin ya da kriterin kendisiyle karşılaştırılması durumunu yansıtacağından dolayı, 1 değerini alacaktır (Eşitlik 1).

Çizelge 1 Karşılaştırma ölçeği

Önem	Tanımlama	Açıklama
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur.
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu	Tecrübe ve yargı ile bir faaliyet diğerine göre biraz daha fazla derecede tercih edilir.
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu	Tecrübe ve yargı ile bir faaliyet diğerine göre kuvvetli

aDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: metinersoy@aku.edu.tr

bDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: mycelik@aku.edu.tr

cÖğr. Grv. AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: yesilkay@aku.edu.tr

		derecede tercih edilir.
7	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu	Bir faaliyet çok kuvvetli bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür.
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahiptir.
2, 4, 6, 8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & . & . & a_n \\ . & 1 & . & . \\ 1/a_n & . & . & 1 \end{bmatrix} \quad |1|$$

Öncelik vektörünün oluşturulması, sütunların toplanması ve her bir değer bu sütun toplamına bölünmesi sonra satırların ortalamasının hesaplanması şeklinde yapılır. Böylece tek sütunlu bir vektör elde edilir ve öncelik vektörü olarak adlandırılır (Eşitlik 2). Tüm kriterler için işlem tekrarlandığında n adet B sütun vektörü oluşur. Bu vektörlerin

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum a_{ij}} \rightarrow B_i = \begin{bmatrix} b_1 \\ . \\ b_n \end{bmatrix} \quad |2|$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & . & . & c_{1n} \\ . & . & . & . \\ c_{n1} & . & . & c_{nn} \end{bmatrix} \rightarrow w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \rightarrow$$

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ . \\ w_n \end{bmatrix}$$

|3|

AHP çalışmasıyla elde edilecek sonuç, karar vericinin faktörler arasında yaptığı birebir

birleştirilmesiyle C matrisi oluşturulur. C matrisinde de sütunların toplanması, her bir değer bu sütun toplamına bölünmesi şeklinde normalize işlemi uygulanır sonra satırların ortalamasının hesaplanmasıyla W öncelik vektörü hesaplanır (Eşitlik 3).

karşılaştırmalardaki tutarlılığına göre değişebilir. Bu yüzden hesaplanan öncelik

vektörünün tutarlılığının test edilebilmesi için tutarlılık oranı CR nin hesaplanması gerekir. CR, faktör sayısı ile temel değer olarak adlandırılan λ katsayısının karşılaştırılmasından ibarettir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \rightarrow \lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \rightarrow CI = \frac{\lambda - 1}{n - 1} \quad |5|$$

λ nın hesaplanması için; karşılaştırma matrisi A ile öncelik vektörü W nun matris çarpımından D sütun vektörü hesaplanır (Eşitlik 4). Sonra D ve W sütun vektörlerinin karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer E ve bu değerlerin aritmetik ortalamasından temel değer λ ve tutarlılık göstergesi CI hesaplanır (Eşitlik 5).

$$D = \begin{bmatrix} 1 & \cdot & \cdot & a_n \\ \cdot & 1 & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & 1 & \cdot \\ 1/a_n & \cdot & \cdot & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \rightarrow D = \begin{bmatrix} d_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ d_n \end{bmatrix} \quad |4|$$

Tutarlılığın hesaplanmasında CI, rastgele tutarlılık indeks sayısına (RI) bölünerek CR tutarlılık oranı hesaplanır (Eşitlik 6). CR tutarlılık oranının %10 dan küçük olması matrislerin tutarlı olduğu sonucunu doğurur. Aksi durumda karar vericinin faktörler arasında yaptığı birebir karşılaştırmalar tekrar gözden geçirilir. Rastgele tutarlılık indeks sayısı RI, Çizelge 2 den, matris boyutuna göre seçilir.

Çizelge 2 Rastgele tutarlılık indeks sayıları

N	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

AHP yönteminde son aşama, karar noktalarındaki sonuç dağılımının bulunmasıdır. Bunun için, karşılaştırma işleminden sonra oluşturulan ve faktörün karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren S sütun vektörlerinden K karar matrisi oluşturulur (Eşitlik 7). Karar matrisi W sütun vektörü ile çarpıldığında da L sütun vektörü elde edilir (Eşitlik 8). Bu vektör karar noktalarının yüzde dağılımıdır ve toplamı 1 dir. Karar verici seçimini L sütun vektöründeki değere göre belirler.

$$S = \begin{bmatrix} s_1 \\ \cdot \\ s_{m1} \end{bmatrix} \rightarrow K = \begin{bmatrix} s_{11} & \cdot & \cdot & s_{1n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ s_{m1} & \cdot & \cdot & s_{mn} \end{bmatrix} \quad |7|$$

aDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: metinersoy@aku.edu.tr

bDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: mycelik@aku.edu.tr

cÖğr. Grv. AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: yesilkay@aku.edu.tr

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & \cdot & \cdot & s_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ s_{m1} & \cdot & \cdot & s_{mn} \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \rightarrow L =$$

$$\begin{bmatrix} L_{11} \\ \vdots \\ L_{m1} \end{bmatrix} \rightarrow \{\sum L_i = 1, L_{max} =$$

En iyi alternatif

|8|

Leica Disto S910 bir üç boyutlu çoklu ölçüm yapan lazer metre türüdür (Leica Geosystems AG, Heerbrugg, İsviçre, 2014). Cihazda 360° derece eğim sensörü bulunur. Bu sayede açıları okuyabilir. Entegre edilen bir program sayesinde alan ve hacim hesaplamaları yapabilir. Birden fazla noktada ölçüm yapılarak ve verilerin bilgisayara aktarılması sayesinde objelerin perspektif görünüşlerinin çizilmesi ve çeşitli hesaplamaların yapılması gibi birçok işlemin yapılmasına olanak sağlar (Leica Geosystems AG, 2014). Şekil 6 da Leica disto S910 kullanımına bir örnek ve Çizelge 1 de cihazın bazı teknik özellikleri verilmiştir (Leica Geosystems AG, 2014).

MALZEME VE YÖNTEM

Malzeme

Bu çalışmada Afyon Kocatepe Üniversitesi Afyon Meslek Yüksekokulu Doğal Yapıtaşları atölyesinde öğrenciler tarafından uygulama amaçlı üretilen mermer ürünlerin boyutları ölçülmüştür. Ölçme işlemlerinde standart çelik metre, Leica S910 tipi lazermetre ve android tabanlı çalışan On 3D Measure yazılımı kullanılmıştır.

Çizelge 3. Leica Disto S910 Teknik Özellikleri

Ölçüm hassasiyeti ISO 16331-1 (elverişli koşullar)	1.0mm / ± 0.04
Ölçüm hassasiyeti ISO 16331-1 (olumsuz koşullar)	İçinde 2,0 mm / ± 0.08
ISO 16331-1 sertifikalı aralığı (elverişli koşullar)	0.05m - 300m / 0.16 ft - 984 ft
ISO 16331-1 sertifikalı aralığı (olumsuz koşullar)	0.05m - 150m / 0.16 ft - 492 ft
Akıllı Bankası dikey aralık	80° - 40°
Akıllı Bankası dikey sensör tolerans	0.1 ° +/- kadar
Akıllı Bankası yatay aralık	360°
Akıllı Bankası yatay tolerans	0.1° +/- kadar
Mesafelerde tolerans P2P fonksiyonu (sensörler ve mesafe ölçme kombinasyonu)	yakl. : +/- 2 mm / 2 m +/- 5 mm / 5 m +/- 10 mm / 10 m
Ölçüm birimleri	0,0000 m, 0.00 ft 1/32 in 0'00 "1/32, 0.00, 0

aDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: metinersoy@aku.edu.tr

bDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: mycelik@aku.edu.tr

cÖğr. Grv. AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: yesilkay@aku.edu.tr

X-Range Teknolojisi	Evet
Vizör ile 4x zoom	Evet
Genel kamera	Evet
Dosya formatı	.jpg/ .dxf
Bellek	Son 50 görüntüler
Windows Yazılım	AutoCAD eklentisi ile DISTO Transferi
Ücretsiz uygulama	iOS/ Android
Veri arayüzü	Bluetooth® V4.0 Akıllı/ WLAN / USB
Pillerin set başına Ölçümleri	~ 4000
Depolama Sıcaklığı. Menzil	-25° C -13 ila 60° 140° F
Çalışma Sıcaklığı. Menzil	-10° 14° 50-122° F
Şarj Sıcaklığı. Menzil	-10° 14° ila 40° 104° F
Piller	Li-ion şarj edilebilir
Tripod İplik	-20°
Koruma Sınıfı	IP 54 - sıçrama su / toz geçirmez
Boyutlar	61 x 32 x 164 mm / 2,4 x 1,3 x 6,5
Pil ile Ağırlık	8.5 oz
EAN / UPC	7640110695753

On 3D Measure, android üzerinde çalışan bir ölçme yazılımıdır. Üç boyutlu uzayda herhangi bir yönde ve düzlemde ölçümleri gerçekleştirebilir (Anon b). Ölçülen nesneye göre kamera yönü veya konumu üzerinde sınırlar yoktur. Diğer bazı yazılımların aksine, referans nesne veya ölçülen nesnenin kamera düzlemine paralel olması gerekli değildir. Ölçüm sırasında dikkat edilmesi gereken konu, fotoğraf üzerindeki objelerin ölçülen

boyutlarının referans düzlemi üzerinde olmasıdır. Çünkü program, referans şekli üzerindeki ölçünün fotoğraftaki mesafeye oranlanması şeklinde hesaplama yapar. Dolayısıyla bu düzlem dışındaki boyutlar gerçeği yansıtmaz.

aDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: metinersoy@aku.edu.tr

bDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: mycelik@aku.edu.tr

cÖğr. Grv. AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: yesilkay@aku.edu.tr

On 3D Measure temassız ölçüm tekniği, cihazın kamera ve referans olarak bilinen boyutu ile herhangi bir dikdörtgen nesne (kredi kartı, A3 kâğıt ve A4 kâğıt gibi önceden tanımlanmış) kullanarak gerçekleştirir (Anon b). İşlem, referans nesle ile birlikte boyutu ölçülecek nesnenin fotoğrafının çekilmesinden ibarettir. Daha sonra referans düzlem üzerindeki boyut aralıkları tıklanarak tahmini boyutlar bulunur. Doğru ölçüm için kalibrasyonun çok hassas yapılması gerekir. Kalibrasyondaki küçük hatalar büyük yanlışlara neden olabilir. Doğru ölçüm için mümkün olan en büyük referans nesne kullanılmalıdır (Şekil 7).



Şekil 7. On 3D Measure programı ile ölçme

Şekil 6. Leica S910 ile ölçme

Yöntem

Çalışmanın birinci aşamasında, seçilen ürünlerden uygun olanları önce bire bir şerit metre ile ölçülmüştür. Sonra aynı örnekler yere ve masa üzerine konulmuş, Leica S910 cihazı bunları göreceğ şekilde tripod üzerine kurulmuş ve uzaktan boyut ölçümü gerçekleştirilmiştir. En son, bir referans nesnesi hazırlanmış ve tüm örneklerin fotoğrafları, ölçülecek boyut ile referans

nesnesi aynı düzlemde olacak şekilde kaydedilmiştir. Bu fotoğraflar On 3D Measure programı ile irdelenerek boyutlar belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise, gerek ölçüm sırasında gerekse ölçümlerden sonra yapılan faaliyetler not alınmış, karşılaşılan zorluklar, işlemlerin kabiliyeti, sonuçlar arasındaki farklılıklar ve nedenleri değerlendirilmiştir.

Çalışmanın son aşamasında da, en uygulanabilir ölçme yöntemi belirlenmiştir. Bunun için çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yönteminden yararlanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında 100 adet boyut ölçümü yapılmış olup her ölçüm için manuel ölçme yöntemi ile elde edilen veriler referans kabul edilerek lazer metre ve On3D Measure programı ile bulunan veriler arasındaki farklar hesaplanmıştır. Sonra bu farklar ölçülen boyuta oranlanarak ölçme mesafesi boyunca sapma miktarı yüzde cinsinden bulunmuştur. Çalışma kapsamında toplam 6696.9 cm ölçüm yapılmış ve ölçümlerde toplam değerler dikkate alındığında manuel ve lazer metre ile ölçümler arasında ortalama 1,1 cm, manuel ve On 3D Measure programı dikkate alındığında ise 87.1 cm hata yapıldığı görülmüştür. Bu değerlerin yüzde karşılığı %0.02 ve %1.30 olup ilk etapta lazer metre ile manuel verilere daha yakın değerler elde edildiği söylenebilir. Ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde, hata miktarı %1 e eşit ve daha az olan ölçümlerin sayısının manuel-lazer metre karşılaştırmasında 79 adet, manuel-On 3D Measure karşılaştırmasında ise 16 adet olduğu görülmektedir. Burada da lazer metre ölçümlerinin manuel ölçümlere daha yakın

sonuçlar verdiği görülmektedir. En çok hatanın yapıldığı ölçümler ise manuel-Lazermetre yöntemlerinde %2.83 ve manuel-On3D Measure yöntemlerinde %12.8 olduğu görülmüstür. En az hatanın yapıldığı ölçümler ise manuel-Lazermetre yöntemlerinde %0.11 ve manuel-On 3D Measure yöntemlerinde %0.09 olarak gerçekleşmiştir. Tüm ölçümlerde yapılan hataların aritmetik ortalaması manuel ve lazermetre yöntemlerinde elde edilen verilerin farklarının 0.75, manuel ve On 3D Measure yöntemlerinde elde edilen verilerin farklarının 3.98 oluğu görülmüstür. Yine sonuçların standart sapmaları sırasıyla 0.52 ve 3.01 dir. Buradan da anlaşılacağı gibi lazermetre ile yapılan ölçümler manuel ölçümlere daha yakın sonuçlar vermiştir (izelge 4). Manuel, lazermetre ve görüntü üzerinden lme denemeleri sonucunda öncelikle manuel ve lazermetre ile ölçüm sonuçlarının birbirine daha yakın sonuçlar verdiği görülmüstür. Bunun yanı sıra her üç yöntemin de birbirine göre üstün ve zayıf yönleri mevcuttur.

Bu yöntemler arasında, günümüzde hemen hemen tüm tesislerde manuel ölme yapıldığından bu lme yöntemi ile yapılan ölçümler referans alınmıştır. Manuel lmenin en önemli avantajı lme aletinin çok ucuz

olması, elektronik bir aksam içermemesi ve kullanım için eğitime ya da uzman kişiye gerek duyulmamasıdır.

Dezavantajları ise, bazı metrelerin üretim kalitesinden dolayı daha uzun ya da kısa imal edilmesi, ortamın sıcaklığına göre metrenin bir miktar uzaması ya da kısalması, aynı kişi bile ölçüm yapsa farklı zamanlarda aynı boyutun ölçümünde mm düzeyinde hatalar yapılmasıdır. Uygulamanın basit olması bir avantaj olsa bile zaman zaman ölçen kişilerin gerekli dikkat ve özeni göstermemesi de sonuçların yanlış olmasına neden olmaktadır. Yöntemin bir başka önemli dezavantajı da lmm ölçülecek nesnenin yanında yapılması dolayısıyla bu nesnenin ulaşılması güç olan yerlerde (uzak, yüksek, dar alanlar vb.) olması durumunda hem hata hem de iş kazası riskinin bulunmasıdır. Ayrıca bu yöntemle sadece mesafe ölçülebilmekte, alan ve hacim gibi birimler için ayrıca hesaplama yapmak gerekmektedir. Bu bakımdan da yöntemin diğerlerine göre kapasitesinin düşük olduğu söylenebilir.

Çizelge 4. lm Sonuçları

Farklar	% M-L	% M-O
Toplam Mesafe	6696.9-6698.0	6696.9-6785.1
Toplam lm	100 adet	100 adet
<=%1	79 adet	16 adet
>%1	21 adet	84 adet
En yüksek hata, lm No: 100	2.83	2.69

aDo.Dr., AK, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: metinersoy@aku.edu.tr

bDo.Dr., AK, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: mycelik@aku.edu.tr

cğr. Grv. AK, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: yesilkay@aku.edu.tr

En yüksek hata, Ölçüm No: 3	1.98	12.38
En düşük hata, Ölçüm No: 9,	0.11	0.52
En düşük hata, Ölçüm No: 59	0.11	0.18
En düşük hata, Ölçüm No: 93	0.37	0.09
Ortalama hata	0.75	3.98
Standart sapma	0.52	3.01

Leica disto S910 gibi lazermetre kullanımının en önemli avantajı olarak nesnelere uzak mesafelerden de ölçülebilmesi söylenebilir. Bu durum ulaşılması güç yerler için hem daha hassas hem de daha güvenli çalışma ortamı sağlamaktadır. Önemli bir başka avantajı da cihazın çeşitli hesaplama programlarıyla alan ve hacim gibi birimlerin anında öğrenilebilmesidir. Çok fazla ölçümün kısa sürede tamamlanması zaman tasarrufu sağlamaktadır. Diğer lazermetrelerde olmayan S910 a ait fotoğraflama ve kaydetme özelliği de ayrıca bir avantajdır. Cihaz için dezavantaj olarak, fiyatının diğer yöntemlere göre daha yüksek oluşu, çevrede ya da hedefte çok parlak cisimlerin olması halinde ölçüm yapılamaması (Error moduna düşmesi) ve kullanıcının en azından kısa bir eğitimden geçirilmesi gerektiği sıralanabilir.

On 3D Measure programı, Google Play den ücretli ya da ücretsiz indirilebilen bir yazılım olup fotoğraf üzerindeki nesnelere boyutlarını referans nesnenin boyutlarıyla karşılaştırarak hesaplayan bir programdır. Ücretsiz versiyonunun bulunması ve günümüzde birçok kişide mobil telefon bulunması yöntemin en önemli avantajıdır. Ancak boyutların doğru şekilde ölçülebilmesi için programın çalışma şeklinin iyi kavranması, fotoğrafların yüksek çözünürlükte çekilmesi, nesne üzerindeki

aralıkların çok hassas işaretlenmesi ve ölçülecek boyut ile referans nesnenin gerçekte aynı düzlem üzerinde bulunması gerekir. Bunlardan herhangi birinin eksik olması sonuçların hatalı bulunmasına yol açar. Ayrıca, ölçülecek nesne ile referansın birbirine yakın olması da hassasiyeti artırır. Yöntemin, boyutu ölçülecek nesnenin yanına gidilmemesi (uzaktan ölçüm), nesnenin fotoğraflandıktan sonra herhangi bir zamanda da boyut tayini yapılabilmesi, dolayısıyla çalışma zamanı bakımından rahatlık sağlaması, yapılan işlemlerin kaydedilebilmesi, açı ölçümü ve alan ölçümü yapılabilmesi gibi avantajları vardır. Çalışma sırasında karşılaşılan en büyük sorun mobil telefonun sınırlı ekran boyutundan dolayı istenilen hassasiyette çalışamamasıdır. Programın PC de de kullanılabilen versiyonlarının üretilmesinin yaygınlaşmasında yararlı olacağı düşünülmektedir.

Görüldüğü gibi her üç yöntemin de birbirine göre çeşitli avantaj ve dezavantajları mevcut olup bunlar birçok kriterle bağlıdır. Boyut ölçmelerinde kuşkusuz ortama ve ölçülecek nesnenin konumuna ve durumuna göre en uygun olanı tercih edilir. Genel olarak bir sıralama yapılması istendiğinde, seçilecek üç alternatif ve bunlara etki eden birden çok kriter etken olmaktadır. Alternatif seçenekler içerisinde karar verilebilmesi için bilimsel yöntemlere başvurulması gerekir. Bu

aDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: metinersoy@aku.edu.tr

bDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: mycelik@aku.edu.tr

cÖğr. Grv. AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: yesilkay@aku.edu.tr

yöntemler çok kriterli karar verme yöntemleri olarak adlandırılır. Çok kriterli karar verme yöntemleri alternatiflerin seçiminde farklı yaklaşımları kullanır. Bunlardan bazıları, her bir kriterin ayrı ayrı pozitif ideal, negatif ideal ya da optimum çözüme uzaklıklarının belirlenmesi ve irdelenmesi yaklaşımını kullanırken bazıları da her bir kriter için en iyi seçeneklerin belirlenerek irdelenmesi yaklaşımını kullanır. Alternatiflerin kriterlere ya da kriterlerin alternatiflere göre belirlenmesi işlemlerinde dilsel ve matematiksel ifadeler kullanılır. Bu ifadeler kesin yargı ve rakamlar olabildiği gibi geniş aralığa sahip üçgen ya da yamuk şekilli bulanık ifadeler de olabilir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan bazı çok kriterli karar verme yöntemleri, AHP (Analitik Hiyerarşi Proses), Bulanık AHP, TOPSİS, ANP (Analitik Network Proses), Electre, Dematel, Gri İlişkisel Analiz ve Vikoryöntemleridir. Bu çalışmada, literatürde çok sık rastlanan ve alternatiflerin kriterlere göre karşılaştırılması esasına göre karar verilen Analitik Hiyerarşi Proses yöntemi tercih edilmiştir.

Bu çalışmada manuel, lazermetre ve fotoğrafla boyut ölçümlerinden en üstün olan yöntemi n belirlenmesi amacıyla altı adet kriter değerlendirilmiştir. Bunlar;

K1: Ekonomi (Cihazın-Programın fiyatı)

K2: İşlem kolaylığı (Ölçme hızı)

K3: Eğitim gereksinimi (Kullanım)

K4: İş güvenliği (Zor boyutların ölçümünde alınan risk)

K5: Ölçüm hassasiyeti (Doğruluk)

K6: Verilerin sürekliliği (Kaydetme)

K7: Hesaplama kabiliyeti (Alan, hacim vb.)

M manuel ölçme, L lazermetre ile ölçme ve F fotoğraf üzerinden android yazılımı kullanarak ölçme olmak üzere 3 alternatifin, 7 farklı kritere ve Saaty nin karşılaştırma tablosuna göre hazırlanmış ikili karşılaştırma matrisleri Çizelge 5 de tablolar halinde verilmiştir.

Çizelge 5. İkili karşılaştırma matrisleri

Ekonomi	M	L	F
M	1.00	9.00	5.00
L	0.11	1.00	0.20
F	0.20	0.50	1.00
Toplam	1.31	10.50	6.20

İşlem Kolaylığı	M	L	F
M	1.00	0.20	0.11
L	5.00	1.00	0.20
F	9.00	0.50	1.00
Toplam	15.00	1.70	1.31

Eğitim gereksinimi	M	L	F
M	1.00	9.00	7.00
L	0.11	1.00	2.00
F	0.14	0.50	1.00
Toplam	1.25	10.50	10.00

İş güvenliği	M	L	F
M	1.00	0.11	0.11
L	9.00	1.00	1.00
F	9.00	0.50	1.00

aDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: metinersoy@aku.edu.tr

bDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: mycelik@aku.edu.tr

cÖğr. Grv. AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: yesilkay@aku.edu.tr

Toplam 19.00 1.61 2.11

Doğruluk	M	L	F
M	1.00	0.33	0.14
L	3.00	1.00	9.00
F	7.00	0.50	1.00
Toplam	11.00	1.83	10.14

Kaydedilebilirlik	M	L	F
M	1.00	0.11	0.11
L	9.00	1.00	0.33
F	9.00	0.50	1.00
Toplam	19.00	1.61	1.44

Kabiliyet	M	L	F
M	1.00	0.11	0.14
L	9.00	1.00	4.00
F	7.00	0.50	1.00
Toplam	17.00	1.61	5.14

Normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisleri de Çizelge 6 da verilmiştir;

Çizelge 6. Normalize edilmiş karşılaştırma mat

Ekonomi	M	L	F	Satır Ortalaması
M	0.76	0.86	0.81	0.81
L	0.08	0.10	0.03	0.07
F	0.15	0.05	0.16	0.12
Toplam	1.00	1.00	1.00	1.00

İşlem Kolaylığı	M	L	F	Satır Ortalaması
M	0.07	0.12	0.08	0.09
L	0.33	0.59	0.15	0.36
F	0.60	0.29	0.76	0.55
Toplam	1.00	1.00	1.00	1.00

Eğitim gereksinimi	M	L	F	Satır Ortalaması
M	0.80	0.86	0.70	0.78
L	0.09	0.10	0.20	0.13
F	0.11	0.05	0.10	0.09
Toplam	1.00	1.00	1.00	1.00

İş güvenliği	M	L	F	Satır Ortalaması
M	0.05	0.07	0.05	0.06
L	0.47	0.62	0.47	0.52
F	0.47	0.31	0.47	0.42
Toplam	1.00	1.00	1.00	1.00

Doğruluk	M	L	F	Satır Ortalaması
M	0.09	0.18	0.01	0.10
L	0.27	0.55	0.89	0.57
F	0.64	0.27	0.10	0.34
Toplam	1.00	1.00	1.00	1.00

aDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: metinersoy@aku.edu.tr

bDoç.Dr., AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: mycelik@aku.edu.tr

cÖğr. Grv. AKÜ, Afyon MYO, Doğal Yapı Taşları T. P., 03200, Afyonkarahisar 1E-posta: yesilkay@aku.edu.tr

Kaydedilebilirlik	M	L	F	Satır Ortalaması
M	0.05	0.07	0.08	0.07
L	0.47	0.62	0.23	0.44
F	0.47	0.31	0.69	0.49
Toplam	1.00	1.00	1.00	1.00

Kabiliyet	M	L	F	Satır Ortalaması
M	0.06	0.07	0.03	0.05
L	0.53	0.62	0.78	0.64
F	0.41	0.31	0.19	0.31
Toplam	1.00	1.00	1.00	1.00

Analizin sonraki aşamasında kriterlerin birbirlerine göre üstünlüklerinin belirlenmesi gerekir. Bunun için de yine Saaty tarafından geliştirilen ikili karşılaştırma matrislerinden ve karşılaştırma tablosundan yararlanılmıştır. Kriter ağırlıklarını gösteren orijinal ve normalleştirilmiş matrisler Çizelge 7 ve Çizelge 8 de tablolar halinde verilmiştir.

Çizelge 7. Kriterin ikili karşılaştırma matrisleri

	Ekonomi	İşlem Kolaylığı	Eğitim gereksinimi	İş güvenliği	Doğruluk	Kaydedilebilirlik	Kabiliyet
Ekonomi	1.00	0.20	0.20	0.11	0.11	2.00	0.50
İşlem Kolaylığı	5.00	1.00	4.00	0.25	0.11	3.00	3.00
Eğitim gereksinimi	5.00	0.25	1.00	0.11	0.11	0.33	0.20
İş güvenliği	9.00	4.00	9.00	1.00	9.00	0.11	0.11
Doğruluk	9.00	9.00	9.00	0.11	1.00	0.20	0.17
Kaydedilebilirlik	0.50	0.33	3.00	9.00	5.00	1.00	0.33
Kabiliyet	2.00	0.33	5.00	9.00	6.00	3.00	1.00

Çizelge 8. Kriterlerin normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisleri

	Ekonomi	İşlem Kolaylığı	Eğitim gereksinimi	İş güvenliği	Doğruluk	Kaydedilebilirlik	Kabiliyet
Ekonomi	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.21	0.09
İşlem Kolaylığı	0.16	0.07	0.13	0.01	0.01	0.31	0.56
Eğitim gereksinimi	0.16	0.02	0.03	0.01	0.01	0.03	0.04
İş güvenliği	0.29	0.26	0.29	0.05	0.42	0.01	0.02
Doğruluk	0.29	0.60	0.29	0.01	0.05	0.02	0.03
Kaydedilebilirlik	0.02	0.02	0.10	0.46	0.23	0.10	0.06
Kabiliyet	0.06	0.02	0.16	0.46	0.28	0.31	0.19
Toplam	1	1	1	1	1	1	1

Alternatiflerin karşılaştırılması sonucu elde edilen sütun vektörleri Çizelge 9 da verilen tabloda özetlenmiştir.

Çizelge 9. Kriterlere göre sütun vektörleri

	Ekonomi	İşlem Kolaylığı	Eğitim gereksinimi	İş güvenliği	Doğruluk	Kaydedilebilirlik	Kabiliyet
M	0.81	0.09	0.78	0.06	0.10	0.07	0.05
L	0.07	0.36	0.13	0.52	0.57	0.44	0.64
F	0.12	0.55	0.09	0.42	0.34	0.49	0.31

Son olarak kriter ağırlıkları ve sütun vektörlerinden elde edilen karar tablosu Çizelge 10daki gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 10. Karar tablosu

Karar	0.05	0.18	0.04	0.19	0.18	0.14	0.21	1
	Ekonomi	İşlem Kolaylığı	Eğitim gereksinimi	İş güvenliği	Doğruluk	Kaydedilebilirlik	Kabiliyet	Toplam Puan
M	0.04	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	13.95%
L	0.00	0.06	0.01	0.10	0.10	0.06	0.14	47.58%
F	0.01	0.10	0.00	0.08	0.06	0.07	0.06	38.47%
								100.00%

Çizelge 10 incelendiğinde, yedi kritere göre lazermetre ile ölçüm yönteminin %47.58 ile boyut ölçümleri için en üstün yöntem olduğu bunu %38.47 ile fotoğraf üzerinden ölçüm yönteminin takip ettiği görülmektedir. Geleneksel ve en yaygın kullanılan manuel ölçme yöntemi ise %13.95 ile son sırayı almıştır. Bu sonuç ışığında ileride özellikle lazermetre kullanımının artacağı söylenebilir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada, boyut ölçümlerinde yararlanılan üç farklı yöntemle mermer ve doğaltaş ürünleri üzerinde 100 adet ölçüm yapılmış ve yöntemlerin avantaj ve dezavantajları karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda listelenmiştir.

- Ölçümler sonucunda şerit metre ve Leica disto S910 ile yapılan ölçümlerde daha yakın sonuçlar elde edilirken on 3D measure ile farklı sonuçlar alınmıştır.
- Leica disto S910 geniş kapsamlı ulaşılması zor yerlerdeki ürünleri ölçmesi bakımından daha avantajlıdır. Maliyetinin diğer yöntemlere göre daha fazla olması bir dezavantajdır.

- Ölçüm kolaylığı, alan, açı, uzunluk, çap ve hacim gibi ölçümler yapması ve verilerin bilgisayar ortamına aktarılması Leica disto S910'un önemli avantajlarından biridir.
- Ekonomik olarak şerit metre kullanımı daha avantajlıdır. Uygulama kolay ve basittir. Kullanıcı hata oranı, On 3D measure ile kıyaslandığında çok düşüktür.
- On 3D measure programının kullanımında çok hassas ayar yapmak gerekir. Programın küçük ekranlı android bir cihazla kullanılması nedeniyle referans nesne tanımlaması daha fazla dikkat gerektirir.
- Metre ve Leica Disto S910 yöntemleri karşılaştırıldığında, hata payının düşük olduğu ve bu yöntemlerin birbirlerine yakın ölçümler yaptığı görülmüştür.

Sonuç olarak, çok kriterli karar verme yöntemi ile yapılan analizde lazermetre yönteminin en iyi yöntem olduğu görülmüştür. Manuel ölçme yönteminin en son sırayı almasının, ön görülen bazı kriterler bazında (hesaplama, kaydetme vb.) yetersiz olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ölçme, hesap ve kaydetme özelliklerine sahip olan lazermetre yönteminin

boyut ölçümleri için en uygun yöntem olduğu, ileride fiyatının da ucuzlamasıyla daha yaygın kullanılacağı düşünülmektedir.

Katkı belirtme: Bu çalışma AKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (Proje No: 15.MYO.ALTY.02) tarafından desteklenmiştir. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Akkoyun, Ö., 2010, Görüntü İşleme Yöntemlerinin Mermer Kalite Seçiminde Uygulanabilirliği Üzerine Bir Değerlendirme, Mersem 7, 1-2.

Alkibay S., Ekmekci A. D., 2010, "AHP method using on sports marketing on the internet: Turkey football super league teams", Journal of Internet Applications and Management (IUyd'2010) (Tr), 1(2), 41-59

Anon a, "Analitik Hiyerarşi Proses", www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/, Connection: June 2012

Anon b, <http://cdtgr.com/viewproduct.php>, Connection: June 2012

Anon b, Soft, P., , ON 3D CameraMeasure, <https://play.google.com/store/apps>, Connection: 2015

Anon c, <http://www.sibbons.co.uk/product>, Connection: 2015

Anon d, <http://e-makina.tr.gg/Kumpas.htm>, Connection: 2015

Arıkanoğlu, A., 2013, Eklem ve Kıkırdaktaki Baskı Etkisinin Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop İle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Burdur, 11-12.

Arslan, H., Ders Notları, Ölçme ve Kontrol, Kumpaslar, 2011, <http://www.hamitarslan.com/metrik-kumpaslar.html>

Bailey, M., Gomez, C.O ve Finch, J.A., 2005. Development and application of an image analysis method for wide bubble size distributions, Minerals Engineering, 18, 1214–1221.

Baltalar H., 2008, "Analitik Hiyerarşi Süreci", Mobilya Sanayiinde İnnovasyon Uygulamaları II (Tr), Eskişehir, Turkey.

Bayram, Y., 2012, Kireçtaşı ve Mermerlerin Bazı Fiziksel Ve Mekanik Özelliklerinin Dairesel Testereli Kesimde Oluşan Talaş Tane Boyuna Etkisinin İncelenmesi, 8. Ulusal Mermer Ve Doğaltaş Kongresi, Ed: B. Ersoy, A. Sarıışık, E. Özkan, G. Sarıışık, İ.C. Engin ve G.E. Güraksın , Afyon, 358 sf.

Bodin L., Gass S. I., 2003, "On teaching the analytic hierarchy process", Computers & Operations Research, 30, 1487–1497

Cabello, E., Sanchez, M.A. ve Delgadoz, J., 2002, A New Approach to Identify Big Rocks with Applications to the Mining Industry, Real-Time Imaging 8, 1-9.

Cutaia, L., Massacci, P., ve Roselli, I, 2004, Analysis of Landsat 5 TM Images for Monitoring the State of Restoration of Abandoned Quarries, International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment, 18(2), 122–134.

Dağdeviren M., Akay D., Kurt M., 2004, "Analytical hierarchy process for job evaluation and application", J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ. (Tr), 19(2), 131-138

Demirbaş, F., 2015, Kumpas nedir, nasıl kullanılır,
http://www.teknikyaz.com/2015/06/kumpas-nedir_16.html

Demirbaş, F., 2015, Şerit metre nedir, nasıl kullanılır,
<http://www.teknikyaz.com/2015/05/olcu-birimine-metre-denir.html>

Ekmekçi, Z. ve Şahin, A.N., 2006, Köpük görüntüsü ve flotasyon performansı arasındaki ilişkinin görüntü analiz sistemi ile incelenmesi, Madencilik, Cilt 45, Sayı 2, 27-38.

Ersoy M. ve Yeşilkaya L., 2013. "Choice of marble block cutting machine by using Analytic Hierarchy Process (AHP) method", International Journal of Information Technology and Business Management, 19(1), 67-80.

Ersoy M., Yıldız A. ve Turgut G., 2016. "Luminous transmittance of carbonate based natural stones", Materials Testing, 58(6), 575-584, doi: 10.3139/120.110894

Gök, İ., Mermer Kesme ve İşleme Makineleri, Yayınlanmamış Ders Notu, Afyonkarahisar, 2000.

Göksu A., Güngör İ., 2008, "Fuzzy analytic hierarchy process and its application of university preference ranking", Suleyman Demirel University, The Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences (Tr), 13(3), 1-26

Jaehne, B., 1997, Practical Handbook On Image Processing For Scientific Applications, USA: CRC Press.

Karakuş, D., 2006, Görüntü Analiz Yöntemleri ile Kayaçların Yapısal Özelliklerinin

Tanımlanması, Doktora Tezi, DEU Fen B. Ens., İzmir.

Kemeny, J. ve J. Handy., 2004, Improving blast fragmentation prediction with new technologies for rock mass characterization, 30th Annual Conference on Explosives and Blasting Technique, International Society of Explosive Engineers, New Orleans, LA.

Latham, J.P, Kemeny, J., Maerz, N., Noy, M., Schleifer, J. ve Tose, S., 2003, A Blind Comparison Between Results of Four Image Analysis Systems Using a Photo-Library of Piles of Sieved Fragments, Fragblast, 7(2), 105-132.

Liu, J.J., MacGregor, J.F., Duchesne, C. Ve Bartolacci, G., 2004, Flotation froth monitoring using multiresolutional multivariate image analysis, Minerals Engineering, 18, 65-76.

Maerz, N. H., 1998, Aggregate sizing and shape determination using digital image processing, Center for Aggregates Research (ICAR) Sixth Annual Symposium Proceedings, St. Louis, Missouri, April 19-20, 195-203.

Maerz, N. H., ve Palangio, 2000, Online fragmentation analysis for grinding and crushing control, Control 2000 Symposium, 2000 SME Annual Meeting, March 1, 2000, Salt Lake City, Utah, SME, 109-116.

Matthew J. Liberatore M. J., Nydick R. L., 2008, "The analytic hierarchy process in medical and health care decision making: A literature review", European Journal of Operational Research, 189, 194-207

Özgür, B., Yandayan T., 2008, Çizgi Skalalı Ölçme Standartları Ve Ölçüm Yöntemleri, 7. Ulusal Ölçümbilim Kongresi, 503 sf.

Ramanathan R., 2001, "A note on the use of the analytic hierarchy process for environmental impact assessment", *Journal of Environmental Management*, 63, 27–35

Saaty T.L., 1990, "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process", *European Journal of Operational Research*, 48, 9-26.

Saaty T.L., 1994, "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process", *Interfaces*, 24(6), 19-43.

Saaty T.L., 2008, "Decision making with the analytic hierarchy process", *Int. J. Services Sciences*, 1(1), 83-98

Sağır M., Öztürk Z. K., 2010, "Exam scheduling: Mathematical modeling and parameter estimation with the Analytic Network Process approach", *Mathematical and Computer Modelling*, 52, 930-941

Sanchidrián, J.A., Segarra, P. ve López, L.M., 2006, A Practical Procedure for the Measurement of Fragmentation by Blasting by Image Analysis, *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 39(4), 359-382.

Triantaphyllou E., Mann S. H., 1995, "Using The Analytic Hierarchy Process for Decision Making In Engineering Applications: Some Challenges", *Inter'l Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice*, 2(1), 35-44

Turan, B., 2012, Ölçme ders notları, <http://web.bilecik.edu.tr/bulent-turan/files/2012/10/olcmekontrol.pdf>

Whitaker R., 2007, "Validation examples of the Analytic Hierarchy Process and Analytic Network Process", *Mathematical and Computer Modelling*, 46, 840–859

Yang J., Shi P., 2002, "Applying Analytic Hierarchy Process in Firm's Overall Performance Evaluation: A Case Study in China", *International Journal Of Business* (ISSN:1083-4346), 7(1), 29-46

Yılmaz M., 2007, Kameralı Görsel Boyut Ölçme Otomasyonu, 4. Otomasyon Sempozyumu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi.

Yılmaz N. G., Göktan R. M., 2008, "Effect of sawing rate on force and energy requirements in the circular sawing of granites", *Journal of Eng&Arch.Fac. Eskişehir Osmangazi University*, 21(2), 59-74

Yüksel İ., Akın A., 2006, "Determination strategy in business with analytic hierarchy process", *Journal of Dogus University (Tr)*, 7(2), 254-268