

Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi İle Tarımsal Araştırma Projelerinin Değerlendirilmesi ve Seçimi

Ayla ALTUN^{1*}

Yasemin DEMİR^{1*}

¹Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail) : aylaaltun@yahoo.com

Geliş tarihi (Received) : 01.09.2015

Kabul tarihi (Accepted): 06.11.2015

Öz

Bu çalışmada, çok kriterli yöntemlerden Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yöntemiyle sonuçlanmış (ex-post evaluation) araştırma projeleri değerlendirmeye alınarak, devam eden ve planlanan araştırma faaliyetlerine geçmiş deneyimlerden yararlanarak yön vermek amaçlanmıştır. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsünde farklı alanlarda yürütülmüş 4 adet araştırma projesi, ekonomik, sosyal, sürdürülebilirlik ve kurumsallık kriterleri dikkate alınarak analiz edilmiş ve proje öncelikleri belirlenmiştir. Çalışmada, öncelikle ikili karşılaştırmalar ile kriterlerin ağırlıkları belirlenmiş ve ilk sırada sürdürülebilirlik kriteri yer almıştır. Dört kriterin ağırlığına bağlı olarak yapılan değerlendirmede ise sürdürülebilir fosfor yönetimi ile ilgili proje (T) ilk sırada yer almıştır.

Anahtar Kelimeler: Analitik hiyerarşi proses yöntemi, proje değerlendirme, proje öncelikleri, tarımsal araştırma projesi

Selection and Evaluation of Agricultural Research Projects with Analytic Hierarchy Process

Abstract

In this study, it was aimed to give a direction to ongoing and planned research activities through benefiting from evaluations of experiences of completed projects that used Analytic Hierarchy Process (AHP) which is one of multi-criteria methods. By considering economic, social, sustainability and institutionalism criteria, 4 projects in different research areas carried out by Soil, Fertilizer and Water Resources Central Research Institute have been analyzed and project priorities were determined. In the study, primarily the criteria weights were determined through pairwise comparisons and the sustainability criteria have taken the first rank. On the other hand, the project related with sustainable phosphorus management (T) has taken the first place as a result of evaluations based on the weights of the four criteria.

Key Words: Method of analytic hierarchy process, projects evaluation, projects priorities, agricultural research project

GİRİŞ

Araştırma projelerinin değerlendirilmesi ve araştırma önerilerinin yapılmasında araştırmacıların ve diğer karar vericilerin yaptıkları tahminlerin doğru ve güvenilir olması oldukça önemlidir. Günümüzde araştırma projelerinin önceliklendirilmesinde birçok metodun yanında çok kriterli karar verme metodları da kullanılmaktadır.

Çok kriterli yöntemlerden birisi olan Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yöntemi, faktörlerin hiyerarşik yapı içerisinde düzenlendiği çok kriterli karar verme yaklaşımı olarak açıklanmaktadır (Saaty, 1990). AHP, uzmanların kararlarına dayanan ve çift karşılaştırmalar yoluyla öncelikler skalasını elde etmek için kullanılan bir ölçüm teorisidir (Saaty, 2008). AHP

içerisinde, riskler, fırsatlar, masraflar, faydalar ayrı ayrı hiyerarşik yapıda yer alır ve her birinden elde edilen çıktılar birleştirilir, böylece en çok tercih edilen alternatif için bütünsel bir sentez elde edilir (Saaty, 1999).

AHP metodunun kullanımının kolay olması, hiyerarşik yapının birçok büyüklükteki problem için kolaylıkla uygun hale getirilebilmesi, yoğun veriye ihtiyaç olmaması, ölçeklendirilebilmesi avantajdır. Alternatifler ve kriterlerin birbirine bağlı olmasının kararlar ve sıralama kriterleri arasında tutarsızlığa neden olması dezavantajdır (Velasquez ve Hester, 2013).

AHP sonuçlanmış ve planlanan (ex-ante evaluation) araştırma projelerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.

Geçmişle ilgili değerlendirmeler; devam eden araştırma faaliyetlerinin yönetimini geliştirmek, gelecekteki planları geliştirmek için geçmiş deneyimleri öğrenmek, para ve zamanı iyi kullanmak için araştırmaları yeniden yönlendirmek, parasal kaynağı sağlayan kurumu memnun etmek, inandırmak, devlet veya diğer vericilerden araştırmalar için verilen desteğin devamlılığını sağlamak için araştırmaların etkilerini göstermek amacıyla yapılmaktadır (Hartwich, 1999). Bu çalışmada son yıllarda farklı alanlarda tamamlanmış araştırma projelerinin değerlendirmesi yapılarak öncelikleri belirlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırmanın ana materyalini Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsünde (TGSKMAE) farklı disiplinlerde yürütülen 4 araştırma projesi oluşturmuştur.

Çizelge 1. Kararların karşılaştırılması için temel ölçü

Table 1. Fundamental Scale for Comparative Judgments

Önem	Olasılık	Tercih	Sayısal değer
Aynı derecede önemli	Aynı derecede olası	Aynı derecede tercih edilir	1
Kısmen daha önemli	Kısmen olası	Kısmen tercih edilir	3
Daha önemli	Daha olası	Daha tercih edilir	5
Çok önemli	Çok olası	Çok tercih edilir	7
Çok çok önemli	Çok çok olası	Çok çok tercih edilir	9
Ara değerler	Ara değerler	Ara değerler	2,4,6,8

Kaynak: Saaty, 1990

Yöntem

Projelerin değerlendirilmesinde kullanılan AHP yönteminde öncelikle hiyerarşi içerisinde karar problemi ayrıştırılır (Şekil 1). En üst seviyede önceliklerinin belirlenmesi için verilen proje setinin temel amacı, ikinci seviyede amaçlarla ilgili kriterler, üçüncü seviyede araştırma alternatifleri yer alır (ISNAR 2001).

İkinci aşama kriterlerin ağırlıklandırılmasını ve projelerin değerlendirilmesini içerir. Çoğunlukla uygulamalar, uzmanların subjektif kararlarına bağlı olarak yapılır. Bu durumda, subjektif kararların ölçülebilir verilere dönüştürülmesi gerekir (Hartwich ve Janssen, 2000). AHP'de kararları ölçülebilir verilere dönüştürerek karşılaştırmaları yapabilmek için Çizelge 1'de verilen Saaty tarafından geliştirilen ana skala kullanılır.

(A_i, A_j) faaliyetlerinin çift karşılaştırmaları üzerine ölçülebilir kararlar aşağıda verilen $n \times n$ matrisi ile sunulabilir (Saaty, 1990).

$$\begin{array}{c} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{array} \begin{array}{ccc} A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ \left| \begin{array}{ccc} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{array} \right| & = & n & \left| \begin{array}{c} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{array} \right| \end{array}$$

$a_{ij} = w_i/w_j$, $i, j = 1, \dots, n$ olan $A = (a_{ij})$ matrisi karşılıklı pozitif karşılaştırmaların yapıldığı matristir ($a_{ji} = 1/a_{ij}$) ve bu matris $a_{jk} = a_{ik}/a_{ij}$ $i, j, k = 1, \dots, n$ koşulunu sağladığında tutarlıdır (Saaty, 1990).

Bu durumda, son ağırlıkları belirlemek için A 'nın basitçe normalleştirilmiş herhangi bir j kolonu aşağıdaki eşitlikle bulunur (Braunschweig, 2000).

$$w_i = a_{ij} / \sum_{k=1}^n a_{kj} \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ olmak koşulu ile} \quad [1]$$

Fakat kararlar içinde hata çok yaygındır ve kararlarda hata olduğu zaman ağırlıkları tahmin etmek için Saaty (1977) tarafından A matrisinin özvektörü önerilmiştir. Ağırlıkların hesaplanabilmesi için uygun olan özvektor metodu basitçe ortalamalar metodu olup, A'nın özvektörü (Braunschweig, 2000),

$$A_w = \lambda_{\max} w \text{ olarak bulunur.} \quad [2]$$

Burada λ_{\max} A'nın maksimum özdeğeridir

Matriste tutarsızlık varlığında uyum (tutarlılık) indeksi (C.I.) aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (Saaty, 1990).

$$C.I. = (\lambda_{\max} - n) / (n-1) \quad [3]$$

Her bir n değeri için tesadüfi matrisler yaratılarak, tesadüf indeksi olarak adlandırılan (R.I.) değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Bu değerler kullanılarak uyum oranı C.R. = C.I. / R.I. eşitliği ile hesaplanır. [4]

Eğer C.R. ≤ 0.10 ise sonuçlar kabul edilebilirdir. Eğer daha büyük değer elde edilirse karar vericiler kararlarını yeniden gözden geçirerek uyumsuzluğu azaltmak durumundadırlar (Braunschweig, 2000).

Üçüncü aşamada hiyerarşi prensibi uygulanır. Bu prensip basitçe, her bir proje için yerel önceliklerin uygun kriter ağırlıkları ile çarpılarak sonuçların en üst seviyede ifade edilen amaçla ilgili olarak her bir projenin temel önceliğinin belirlenmesi için toplanmasını ifade eder ve eşitlik 5'deki gibi gösterilir (Braunschweig, 2000);

$$P_l = \sum_{m=1}^M P_{lm} V_m \text{ olarak hesaplanır.} \quad [5]$$

$$\sum_{l=1}^L P_{lm} = I \text{ ve } \sum_{m=1}^M V_m = I \text{ olmak koşulu ile}$$

Burada; P_l = proje l nin en son önceliği, P_{lm} = m kriterine bağlı olarak l projesinin önceliği, V_m = m kriterinin ağırlığı, $l = (1, \dots, L)$, $m = (1, \dots, M)$

Bu çalışmada; kurumun araştırma hedefleri ile ilgili olan ve araştırma alternatifleri arasındaki farkları en iyi şekilde ortaya çıkarabileceği düşünülen, ekonomik, sosyal, sürdürülebilirlik ve kurumsallık kriteri dikkate alınarak; TGSKMAE'de farklı araştırma alanlarında yürütülüp, 2009-2013 yılları arasında rapor haline getirilen aşağıda sıralanan 4 adet araştırma projesi değerlendirilmiştir.

T = Sürdürülebilir fosfor yönetimi ile ilgili proje,

S = Bitki su tüketimi tahmininde uzaktan algılama tekniklerinin kullanımı ile ilgili proje

H = Bazı havzaların sediment verimi ile ilgili proje

E = Bir tarımsal desteğin sosyo-ekonomik açıdan incelenmesi ile ilgili proje

Ekonomiklik kriteri ile, özellikle proje masrafları ve tahmini faydalar, sosyal boyut ele alındığında, proje çıktılarının sosyal gruplar arasında dağılımı, hedef kitlenin tutum ve davranışları, gelir dağılımı, kaynak dağılımı, sağlık riski v.b. gibi konularda araştırmanın etkileri veya bu göstergeler ışığında planlanıp planlanmadığı incelenmiştir. Gelecek nesillerin kullanımı için toprak ve su kaynaklarının korunması ile araştırma amaçlarının ilgisi incelenerek sürdürülebilirlik kriteri, insan kaynakları ve kurumun fiziksel kapasitesi ile kurumsallık kriteri incelenmiştir.

Gerek kriterlerin ikili karşılaştırmalarla ağırlıklandırılması veya önceliklendirilmesi, gerekse her bir kriter gere projelerin yine ikili karşılaştırmalarla önceliklendirilmesi için 17 uzmana ait kararlar alınmıştır. Bu uzmanlar; Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsünün yapısını, projelerini bilen bölüm başkanı, araştırmacı personel, idareci personel, ayrıca kurumun bağlı olduğu daire başkanı, koordinatör ve yıllarca bu kurumda çalışarak şu anda üniversitede görev yapan bir öğretim üyesinden oluşmaktadır.

Uzmanlar belirlendikten sonra, karşılıklı görüşmeler yapılarak konu açıklanmış ve gerek kriterlerin karşılaştırılması ve gerekse her bir kriter gere projelerin karşılaştırılması konusunda kararları Çizelge 1'de açıklandığı şekilde rakamsal değerlere

Çizelge 2. Tesadüfi uyumsuzluklar indeksi (R.I.)

Table 2. Random Inconsistency Index (R.I.)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Kaynak: Braunschweig, 2000

dönüştürülerek alınmıştır. Bu kararlar doğrultusunda her bir bireye ait lokal öncelikler ve tutarlılık oranları bulunmuştur. Tutarlılık oranları 0,10'dan büyük olanlarla tekrar görüşmeler yapıp bu bireylerin kararlarını tekrar gözden geçirmesi sağlanmış ve bu oran 0,10'nun altında olanlar dikkate alınmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Görüşmeler sonucu elde edilen bir uzmana ait kararlar matrisi Çizelge 3'de verilmiştir. Bu bireye ait ekonomik, sosyallik, sürdürülebilirlik ve kurumsallik kriterlerinin lokal önceliklerin ve tutarlılık oranının hesaplanması adım adım aşağıda verilmiştir.

Matrisin her bir sütununun toplamına, sütunlarındaki her bir eleman bölünerek, matrisin özdeğerlerini tahmin etmek için kriterlerin dağılımını gösteren normalize değerler bulunmuştur. Sonra her bir sıranın toplamı kriter sayısına bölünerek lokal öncelikler vektörü bulunmuştur (Çizelge 4).

Daha önceden bahsedildiği gibi uyum indeksi (CI), çift karşılaştırmalar da sonuçların doğruluğunun ilk göstergesidir. CI değeri eşitlik [3] kullanılarak hesaplanmıştır. Çift karşılaştırmalarda maksimum temel özdeğeri gösteren λ_{max} n sayısına (kriterler) ne kadar yaklaşırsa, kararlardaki hatalar o kadar azalır ve sonuçlardaki uyum o kadar artar. Eşitlik [2] kullanılarak λ_{max} değeri tahmin edilmiştir. Bunun için öncelikle karşılaştırma matrisi aşağıda görüldüğü gibi lokal öncelik vektörü ile çarpılmıştır.

$$\begin{pmatrix} 1,00 & 3,00 & 0,50 & 3,00 \\ 0,33 & 1,00 & 0,50 & 2,00 \\ 2,00 & 2,00 & 1,00 & 2,00 \\ 0,33 & 0,50 & 0,50 & 1,00 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,33 \\ 0,17 \\ 0,38 \\ 0,12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,41 \\ 0,72 \\ 1,62 \\ 0,51 \end{pmatrix}$$

$$(1,00 \cdot 0,33 + 3,00 \cdot 0,17 + 0,50 \cdot 0,38 + 3,00 \cdot 0,12) = 1,41$$

Sonra elde edilen vektörün ilk elemanı öncelik vektörünün ilk elemanına, ikinci elemanı öncelik vektörünün ikinci elemanına bölünerek aşağıdaki vektör elde edilmiştir.

$$\begin{pmatrix} 1,41 / 0,33 \\ 0,72 / 0,17 \\ 1,62 / 0,38 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4,2 \\ 95 \\ 4,1 \\ 29 \end{pmatrix}$$

λ_{max} değeri sonuç vektörü elemanlarının ortalaması ($\lambda_{max} = (4,295 + 4,129 + 4,322 + 4,115) / 4 = 4,2154$) alınarak bulunmuştur.

Buradan uyum indeksi C.I. = $(\lambda_{max} - n) / (n-1) = (4,2154 - 4) / (4-1) = 0,0718$ olarak hesaplanmıştır.

Tesadüfi uyumsuzluklar indeksi R.I. (Çizelge 2) yardımı ile uyum oranı C.R. hesaplanmıştır.

C.R. = C.I. / R.I. = $0,0718 / 0,90 = 0,0798$ olarak bulunmuştur ki, bu bireye ait tutarlılık oranı 0,10 değerinden küçük olup kabul edilebilir sınırlar içerisinde dir.

Çizelge 3. Kriterlerin bir bireye ait çift karşılaştırılma matrisi

Table 3. Pairwise comparison matrix of the criteria for a person

	Ekonomik	Sosyal	Sürdürülebilirlik	Kurumsallık
Ekonomik	1,00	3,00	0,50	3,00
Sosyal	0,33	1,00	0,50	2,00
Sürdürülebilir	2,00	2,00	1,00	2,00
Kurumsallık	0,33	0,50	0,50	1,00
Toplam	3,67	6,50	2,50	8,00

Consistency ratio (CR) = 0,0798

Çizelge 4. Kriterlerin çift karşılaştırma matrisinin normalleştirilmesi

Table 4. Normalized matrix of pairwise comparison of criteria

	Ekonomik	Sosyal	Sürdürülebilir	Kurumsal	Toplam	Lokal
Ekonomik	0,27	0,46	0,20	0,38	1,31	0,327
Sosyal	0,09	0,15	0,20	0,25	0,69	0,174
Sürdürülebilir	0,55	0,31	0,40	0,25	1,50	0,376
Kurumsal	0,09	0,08	0,20	0,13	0,49	0,123
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00		1,000

Aynı şekilde diğer bireylere ait lokal öncelikler ve tutarlılık oranları bulunmuştur. Yöntemde açıklandığı gibi, tutarlılık oranları 0,10'dan büyük olanlarla tekrar, tekrar görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler sonucunda, kuruma son yıllarda katılıp henüz araştırma projesi yürütüp sonuçlandırmamış bireylere ait tutarsızlık oranı daha da yükselmiştir ve bu kişilere ait kararlar dikkate alınmamıştır. Diğer uzmanların kararları ile devam edilerek ekonomik, sosyal, sürdürülebilirlik ve kurumsallık kriterleri için bireylerin lokal öncelikleri belirlenip Çizelge 5'de verilmiştir. Aynı çizelgede her bir bireye ait tutarlılık oranları da görülmektedir. Her bir bireye ait lokal önceliklerin aritmetik ortalaması alınarak (Braunschweig, 2000) ekonomik, sosyal, sürdürülebilirlik ve kurumsallık kriterlerinin lokal öncelikleri sırasıyla 0,262, 0,173, 0,432 ve 0,133 olarak bulunmuştur. Yukarıda bahsedilen bireylerin kararları doğrultusunda elde edilen bu sonuçlar; sürdürülebilirlik kriterinin ilk sırada (% 43,2) olduğunu ve bu kriteri ekonomiklik kriterinin (% 26,2) izlediğini göstermektedir.

Altun (2004), tarafından aynı kriterler dikkate alınarak yapılan benzer bir çalışmada, ekonomiklik kriteri ilk sırada yer almıştır. Sosyallik ve

sürdürülebilirlik kriteri birbirine oldukça yakın değerde bulunmuş ve ikinci sırada yer almıştır. Tarımsal biyoteknoloji araştırmalarının önceliklerinin belirlenmesi ile ilgili benzer bir çalışmada dikkate alınan dört kriterden, ekonomiklik kriteri % 32 ile ilk sırada, çevre kriteri % 31 oranı ile ikinci sırada, sosyal boyut % 20 oranı ile üçüncü sırada, kurumsallık kriterleri son sırada yer almıştır (Braunschweig T, 2000). Her iki çalışmada da ekonomiklik kriterinin ilk sırada yer alması 2000'li yılların başında uzmanların araştırma projelerinde ekonomiklik kriterini diğer faktörlerin önünde tuttuğunu göstermektedir.

Yaklaşık 15 yıl sonra yapılan bu çalışmada ise ekonomiklik kriterinin ağırlığı azalmış, sürdürülebilirlik kriterinin ağırlığı ise 15 yıl öncesine göre artmıştır. Bu sonuç önemli olup, araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda, doğal kaynakların korunması, çevre ve gelecek nesillere ne bırakacakları konusuna eskiye oranla daha çok önem verdiklerinin bir göstergesi olabilir.

İkinci alternatif olarak bireylere ait kararlar geometrik ortalama ile birleştirilmiştir (Strin ve Grošelj, 2010). Geometrik ortalamalara ait çift karşılaştırma matrisi Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5. Kriterlerin bireylere ait lokal öncelikleri

Table 5. Local priorities of criteria for person

Bireyler	Kriterler				Tutarlılık Oranı (CR)
	Ekonomik	Sosyal	Sürdürülebilir	Kurumsal	
1	0,327	0,174	0,376	0,123	0,080
2	0,341	0,291	0,128	0,241	0,100
3	0,501	0,159	0,236	0,105	0,080
4	0,281	0,107	0,462	0,151	0,040
5	0,204	0,125	0,608	0,062	0,087
6	0,104	0,223	0,606	0,067	0,088
7	0,179	0,304	0,388	0,129	0,057
8	0,331	0,084	0,484	0,102	0,098
9	0,233	0,140	0,542	0,085	0,018
10	0,181	0,212	0,501	0,106	0,020
11	0,281	0,102	0,558	0,059	0,090
12	0,305	0,277	0,305	0,113	0,008
13	0,134	0,056	0,427	0,383	0,013
Min	0,104	0,056	0,128	0,059	
Max	0,501	0,291	0,608	0,383	
Standart sap.	0,106	0,082	0,144	0,089	
Lokal öncelik veya ağırlıklar	0,262	0,173	0,432	0,133	
	% 26,2	% 17,3	% 43,2	% 13,3	

Çizelge 6. Kriterlerin çift karşılaştırılma matrisi**Table 6.** Pairwise comparison matrix of the criteria

	Ekonomik	Sosyal	Sürdürülebilirlik	Kurumsallık
Ekonomik	1,00	1,73	0,50	2,25
Sosyal	0,58	1,00	0,39	1,47
Sürdürülebilir	2,01	2,54	1,00	3,14
Kurumsallık	0,44	0,68	0,32	1,00
Toplam	4,03	5,95	2,21	7,86

CR = 0,006

Geometrik ortalamalar kullanılarak birleştirilen kararlardan, yukarda açıklandığı şekilde normalize değerler bulunmuştur. Sonra her bir sıranın toplamı kriter sayısına bölünerek lokal öncelikler vektörü bulunmuştur (Çizelge 7).

Bireylere ait kararların geometrik ortalaması alınarak bulunan lokal öncelikler (Çizelge 7) ile her bir bireye ait ayrı ayrı bulunan lokal önceliklerin ortalaması alınarak bulunan değerler (Çizelge 5) hemen hemen aynıdır. Yani tarımsal araştırmalarda ekonomik boyut dikkate alındığında iki farklı yaklaşımla lokal öncelikler % 26,2 ve % 26,3 olarak, projelerin sosyal katkısı dikkate alındığında lokal öncelikler % 17,3 ve 16,9, sürdürülebilirlik kriteri dikkate alındığında lokal öncelikler % 44,4 ve % 43,2 olarak birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Bu nedenle, projelerin değerlendirilmesine Çizelge 5'de elde edilen önceliklerle devam edilmiştir.

Ekonomik, sosyal, sürdürülebilirlik ve kurumsallık kriterlerinin lokal öncelikleri belirlendikten sonra, aynı şekilde her bir kriterle ilgili olarak projelerin öncelikleri belirlenmiştir (Çizelge 8).

Çizelgeden 8'de de görüldüğü gibi projeler ekonomik boyut dikkate alınarak öncelikleri belirlendiğinde T projesi (% 33,5), sosyal boyut ele alındığında E projesi (% 32,5) ilk sırada yer almıştır.

Kriterlerin amaca göre ve projelerin her bir kriterine göre lokal öncelikleri belirlendikten sonra üçüncü aşamada hiyerarşi içerisinde lokal öncelikler analiz edilerek araştırma projelerinin ayrıntılı öncelikleri hesaplanmıştır.

Dört kriterin ağırlıklarına bağlı olarak dört projenin ayrıntılı öncelikler Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 7. Kriterlerin çift karşılaştırma matrisinin normalleştirilmesi**Table 7.** Normalized matrix of pairwise comparison of criteria

	Ekonomik	Sosyal	Sürdürülebilir	Kurumsal	Toplam	Lokal Öncelik
Ekonomik	0,25	0,29	0,23	0,29	1,05	0,263
Sosyal	0,14	0,17	0,18	0,19	0,68	0,169
Sürdürülebilir	0,50	0,43	0,45	0,40	1,78	0,444
Kurumsal	0,11	0,11	0,14	0,13	0,50	0,124
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00		1,000

Çizelge 8. Projelerin kriterlere göre lokal öncelikleri**Table 8.** Local priorities based on the criteria of the projects

Projeler	Kriterler			
	Ekonomik	Sosyal	Sürdürülebilirlik	Kurumsallık
	Lokal Öncelikler			
T	0,335	0,301	0,357	0,293
S	0,235	0,205	0,269	0,279
H	0,171	0,169	0,183	0,205
E	0,259	0,325	0,191	0,222
Toplam	1,000	1,000	1,000	1,000

Çizelge 9. Araştırma projelerinin detaylı önceliklerinin hesaplanması

Table 9. Computation of the global priorities for research projects

Kriter / Proje	Ekonomik (0.262)	Sosyal (0.173)	Sürdürülebilirlik (0.432)	Kurumsallık (0.133)	Ayrıntılı Öncelikler*
T	0,335	0,301	0,357	0,293	0,333
S	0,235	0,205	0,269	0,279	0,250
H	0,171	0,169	0,183	0,205	0,181
E	0,259	0,325	0,191	0,222	0,236
Toplam	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

$$*(0.262*0.335)+(0.173*0.301)+(0.432*0.357)+(0.133*0.293) = 0.333$$

Çizelge 9 incelendiğinde önceliği %33,3 oranı ile T projesinin aldığı bunu %25,0 oranı ile S projesinin takip ettiği görülmektedir.

Tek kriterli metotlardan fayda-masraf analizi, ekonomik artı değer analizi, çok kriterli metotlardan puanlama modeli ve analitik hiyerarşi prosesi ile araştırma projelerinin önceliklerinin belirlendiği benzer bir çalışma sonucunda proje öncelik oranları farklı olsa da projelerin öncelik sırası 4 yöntemde de aynı kalmıştır. Bu sonuçlar, verilerin uygunluğu, çözümsel kapasite, amaçlar, zaman gibi birçok faktör dikkate alındığında, AHP yönteminin projelerin değerlendirilmesinde oldukça kolaylık sağladığını göstermektedir (Altun, 2004).

SONUÇLAR

Bu çalışmada, Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsünde farklı disiplinlerde yürütülen 4 proje AHP yöntemi ile ekonomik, sosyal, sürdürülebilirlik ve kurumsallık kriterleri dikkate alınarak değerlendirilmiş ve öncelikleri belirlenmiştir

İkili karşılaştırmalarla kriterlerin önceliklerinin belirlenmesinde ve her bir kritere göre projelerin önceliklerinin belirlenmesinde konu uzmanlarının (araştırmacı, yönetici, öğretim üyesi) kararları dikkate alınmıştır.

Yapılan değerlendirmeler sonucu ekonomik, sosyal, sürdürülebilirlik ve kurumsallık kriterlerinin ağırlıkları sırasıyla %26,2, %17,3, %43,2 ve %13,3 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar özellikle yeni araştırma programına alınacak alternatif projeler için önemlidir ve kaynak tahsisinde dikkate alınabilir.

Ekonomik boyut dikkate alınarak projelerin öncelikleri belirlendiğinde T projesi ilk sırada (%33,5) yer almıştır. Projelerin sosyal katkı dikkate alınarak öncelikleri belirlendiğinde E projesi ilk sırada(%32,5), T projesi 2. sırada (30,1) yer almıştır. Sürdürülebilirlik ve kurumsallık kriterine göre yapılan değerlendirmede T projesi ilk sırada, S projesi ikinci sırada yer almıştır.

Temel kaynakların korunması ve gelecekte kullanımına olanak sağlamak amacıyla yönelik sürdürülebilirlik kriterine göre fosfor yönetimi projesinin ilk sırada yer alması, aşırı fosfor kullanımının yaratacağı kirliliğin tartışıldığı günümüzde uygun bir karar olarak düşünülebilir.

Genelde 3. sıralarda yer alan E projesi sosyal fayda dikkate alındığında ilk sıraya yükselmiştir.

Dört kriterin ağırlıklarına bağlı olarak projeler değerlendirildiğinde ise, T projesi ilk sırada yer almıştır.

Bu sonuçlar projelerin değerlendirilmesi ve seçiminde katılımcı bir yaklaşımla AHP yönteminin iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

Altun A (2004). Tarımsal araştırma projelerinin değerlendirilmesi ve seçimi. Tarım ve Köyüleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 229, Teknik Yayın No: T-68, Ankara.

Braunschweig T (2000). Priority setting in agricultural biotechnology research. Supporting public decisions in developing countries with the analytic hierarchy process. Research Report 16. ISNAR.

Demirkıran O, Akgül S (2013). Ankara-Haymana-Soğulca, İkizce, Kızilkoyun ve Nallıhan-Bozyaka Göletleri Havzası sediment verimi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 264, Rapor Seri No: R-176, Ankara.

Hartwich (1999). Weighting of agricultural research results: strength and limitations of the analytic hierarchy process(AHP). ISNAR, KARI.

Hartwich F, Janssen W (2000). Weighting of agricultural research results: Strength and limitations of the analytic hierarchy process. ISNAR Discussion Paper No.00-1,

ISNAR (2001). Information and discussion forum on priority setting in agricultural research. <http://www.isnar.cgiar.org/fora/map.html>, 03/04/2001

Keçeci M, Güçdemir İ, Usul M, Tümsavaş E, Kara C (2012). Konya Yöresi Topraklarında Sürdürülebilir Fosfor Yönetimi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 261, Rapor Seri No: R-173, Ankara.

Mills B, Kamau M (1998). Methods for prioritizing research option. In Agricultural research priority setting: Information investments for the improved use of research resources. Edited by Bradford Mills. ISNAR, KARI.

Mills B, Omamo W S (1998). Research objectives and priority-setting criteria. In Agricultural research priority setting: Information investments for the improved use of research resources. Edited by Bradford Mills. ISNAR, KARI.

Saaty L T (1990). How to make decision. The analytic hierarchy process. European Journal of Operational Research 48, 9-26. North-Holland.

Saaty L T (1999). Basic theory of the analytic hierarchy process: how to make a decision Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fis. Nat. (Esp), Vol. 93, N. 4, pp 395-423.

Saaty L T (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. Int. J. Services Sciences, Vol. 1, No. 1.

Tan M, İlginoğlu N (2012). Kimyevi gbre ve toprak tahlili desteğinin sosyo-ekonomik aıdan incelenmesi (Ankara ili rneđi). Toprak ve Gbre Araştırma Enstitüsü Mdrlđ Yayınları, Genel Yayın No: 262, Rapor Seri No: R-174, Ankara.

Velasquez M, Hester P T (2013). An analysis of multi-criteria decision making methods. International Journal of Operations Research Vol. 10, No. 2, 56-66.

Stirn L Z, Grořelj P (2010). Multiple criteria methods with focus on analytic hierarchy process and group decision making. Croatian Operational Research Review (CRORR), Vol. 1.