

# Türkiye’de İkinci Ürün Soya (*Glycine max L. Merrill*) Yetiştirmeye Uygun Potansiyel Alanların Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreç Tekniğinin Kullanımı

\*Harun TORUNLAR<sup>1</sup>, Ahmet Nedim NAZLICAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü; Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, Türkiye

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author; e-mail): htorunlar@hotmail.com

## Öz

Bu çalışma ile, tarımsal arazilerin optimum kullanımlarına ve ürün planlamalarına yön vermek açısından, birim alandan birden fazla türden ürün alınmasına imkan sağlanması amacıyla, ikinci ürün soyanın yetişebileceği uygun potansiyel alanlar belirlenmiştir. Bir bölgede ürünlerin yetişebileceği uygun potansiyel alanların dağılımını etkileyen en önemli faktör, o ürünün yetişmesi için ihtiyaç duyduğu ekolojik kriterlerin birbirlerine göre yapacakları etkinin ağırlık oranları olmuştur. Yapılan bu çalışmada, soyanın ikinci ürün olarak yetişmesi için ihtiyaç duyduğu ana kriterlerin (iklim, toprak, topoğrafya) ve bunlara ait alt kriterlerin (vegetasyon süresi, etkili sıcaklık toplamı, Temmuz ve Ağustos ayları ortalama sıcaklıkları, yükseklik, toprak derinliği ve arazi kullanım kabiliyet sınıfları) etkileri oranında sağlamış oldukları ağırlıklarının hesaplanmasında, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreç (AHS) tekniği uygulanmış ve potansiyel uygunluk sınıfları belirlenmiştir. Yapılan değerlendirme sonuçlarına göre, çalışma alanının % 7.65’i (5 968 013.35 hektar) çok uygun, % 4.70’i (3 666 170.55 hektar) orta uygun, % 8.43’ü (6 584 410.16 hektar) az uygun ve % 79.22’si (61 839 407.74 hektar) ise ikinci ürün olarak soya yetiştirilmesine uygun olmayan potansiyel alanlar olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İkinci ürün soya, CBS, AHS, potansiyel uygun alanlar

## Use of GIS-based Analytical Hierarchy Process Technique in Determining Potential Areas Suitable for Double Crop Soybean (*Glycine max L. Merrill*) Cultivation in Turkey

### Abstract

The suitable lands for double crop soybean cultivation were determined by means of this study to shape the optimal use of the agricultural lands and crop planning to cultivate more than one crop from a unit of land. Most important factor governing the distribution of potentially suitable lands in a region was determined the weighted ratios of inter effects of ecological criteria required in crop production. GIS-based Analytical Hierarchy Process (AHP) technique was applied to determine the weighted effects of the main criteria (i.e., climate, topography and soil) and their subcriteria (vegetation period, total effective temperature, average temperature of July and August, elevation, soil depth, land use capability classes) and potential suitability classes were identified, in this research. According to the research results, 7.65% (5 968 013.35 hectare) of the study area is found to be highly suitable, 4.70 % (3 666 170.55 hectare) to be moderate suitable, 8.43 % (6 584 410.16 hectare) to be less suitable, and 79.22 % (61 839 407.74 hectare) is not suitable for double crop soybean cultivation.

**Keywords:** Double crop soybean, GIS, AHP, potential suitable areas

### Giriş

Günümüzde tarım yapılan arazilerin gittikçe daralması, insan ve hayvan beslenmesinde önemli yer alan gıdalara olan ihtiyacı daha fazla öne çıkarmaktadır. Daralan tarım arazilerindeki ürün kayıplarını telafi edebilmek için, mevcut tarım arazilerinin

optimum kullanımını sağlayarak, birim alandan fazla çeşitlilikte ürün alınması gerekmektedir. Bu da farklı ekolojik özelliklere sahip ülkemiz arazileri için, ikinci ürün yetiştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Değerli bir besin maddesi olan soyanın, hem insan beslenmesindeki, hem

de hayvan beslenmesindeki önemi büyüktür. Yağı alındıktan sonra geriye kalan küspesi, insan ve hayvan besini olarak kullanılmaktadır. Önemli bir baklagil bitkisi olan soya, köklerinde yaşayan *Rhizobium bredy japonicum* bakterisi sayesinde havanın serbest azotunu toprağa bağlamaktadır. Bu nedenle hem kendisinden sonra ekilecek bitkiye azotça zengin bir tarla bırakmakta, hem de kendi ihtiyacı olan azotu karşılamaktadır (Arioğlu, 2013). Saplarının toprakta kolay parçalanabilmesinden dolayı, toprağın organik maddesinin artırılmasını sağlamaktadır. (Engin ve Arioğlu, 1982). Dünya'da yenilebilir bitkisel yağ üretiminin %30-35'ni soya karşılamaktadır (Mounts, 1987). Bu yüzden dünya'da en fazla üretimi yapılan baklagil bitkisi soyadır (Herridge ve Danso, 1995).

Ülkemizde ise, 2015 yılı tarım istatistikleri verilerine göre; soya ekim alanımız 343.178 da, soya üretimimiz ise 150 bin ton olmuştur (TUIK, 2015). Ülkemiz soya açısından iç piyasadaki talebi karşılayamamasından dolayı ithalatçı ülke konumunda olup, 2012 yılı verilerine göre yıllık 1.195 bin ton soya ithalatı gerçekleştirmiştir.

Soyanın geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahip olması, yaz periyodunun uzun geçtiği bölgelerde ikinci ürün olarak yetiştirilmesine imkan sağlamaktadır (Manuel, 1988). Ülkemizde, kışlık yetiştirilen bitkilerden, özellikle buğday ve arpanın hasadından sonra, ikinci ürün olarak soya başarıyla yetiştirilebilmektedir. Ayrıca, kışlık mercimek, turfanda patates, kışlık kolza gibi kısa vejetasyon süreli diğer kışlık ürünlerin ardından da soyayı yetiştirmek mümkündür. 15-20 Haziran tarihlerine kadar hasadı bitirilebilen tüm kışlık ürünlerden sonra, ikinci ürün soyaya uygun vejetasyon süresi kalabilmektedir.

İklim, toprak ve topoğrafya bakımından farklı ekolojik yapıları bünyesinde bulunduran ülkemizde, soyanın insan ve hayvan beslenmesindeki önemi göz önüne alındığında, yaygın olarak ekilebilmesi ve ülke ekonomisinde önemli bir yere sahip olabilmesi açısından, bu bitkinin öncelikle, ekolojik isteklerine ait kriterlerin ortaya konularak, yetiştirilebilecek potansiyel alanlarının belirlenmesi gerekmektedir. Ürünlere ait potansiyel alanların belirlenmesi

çalışmalarında, fazla sayıdaki ekolojik kriterlere ait veri setlerinin bir arada toplanması, bu verilerin işlenmesi ve kullanılabilir çıktılar halinde üretilmesine sağladığı katkıdan dolayı Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojisi yaygın olarak kullanılmaktadır. CBS tabanlı yaklaşımlar, ürün isteklerine ait fazla sayıda kriterlere yönelik mekansal analizlerin yönetimi ve karar alınmasında yardımcı olabilmektedir (Mendas, 2007).

Ürünlere yönelik yetiştirilebilir potansiyel alanların belirlenmesine etki eden ekolojik kriterlerin, kendi arasında sağlamış oldukları etki oranlarının belirlenmesinde, CBS tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreç (AHS) tekniği başarılı bir şekilde uygulanabilen bir tekniktir (Prakash, 2003). Araştırmacılara farklı alanlarda kullanım imkanı sağlayan AHS tekniği, özellikle ürün yetiştirilmesi için arazi uygunluğunun belirlenmesi çalışmalarında kullanılması kaçınılmaz, çok kriterli bir karar verme tekniğidir (Malczewski, 2004; Malczewski, 2006; Mendas ve Delali, 2012).

He ve ark.'nın (2011) Çin' de yazlık ve kışlık soyanın yetişebileceği potansiyel uygun alanların belirlenmesine yönelik yapmış oldukları çalışmada, CBS tabanlı olarak ürüne yönelik çok kriterli bir değerlendirme yaparlarken, kriterlere (topoğrafya, toprak ve iklim) ait ağırlık puanlarının belirlenmesinde, AHS tekniğini kullanmışlardır. Yapmış oldukları değerlendirmede, çalışma alanının yazlık ve kışlık soya için potansiyel uygunluk sınıflamasını çok yüksek, yüksek, orta, düşük ve çok düşük uygunluk sınıfları olarak elde etmişlerdir.

Dengiz ve Saroğlu'nun (2013) Samsun ili Bafra ilçesine ait Dedeli ve Çetinkaya köyleri ve yakın çevresinin tarımsal yönden arazi uygunluk değerlendirmesi çalışmalarında, araziye ait toprakların fiziksel (eğim, bünye, derinlik ve drenaj) ve kimyasal (pH, Ec, CaCO<sub>3</sub>, verimlilik) özelliklerine ait çok fazla kriterlere ait ağırlık puanlarının hesaplanmasında doğrusal kombinasyon yöntemine ait AHS tekniğini kullanmışlardır. Yapmış oldukları uygunluk değerlendirmesinde, eğim kriteri için 0.233, drenaj kriteri için 0.162, bünye kriteri için 0.157, pH kriteri için 0.141, derinlik kriteri için 0.103, EC kriteri için 0.100, verimlilik kriteri için 0.044

ve kireç kriteri için ise 0.008 ağırlık puanlarını hesaplamışlardır.

Bu çalışmada, tarımsal arazilerin optimum kullanımları, birim alandan birden fazla türden ürün alınması ve ürün planlamalarına yön verilmesi açısından, ikinci ürün olarak soyanın yetişebileceği potansiyel alanlar, CBS tabanlı AHS tekniğine göre belirlenmiştir.

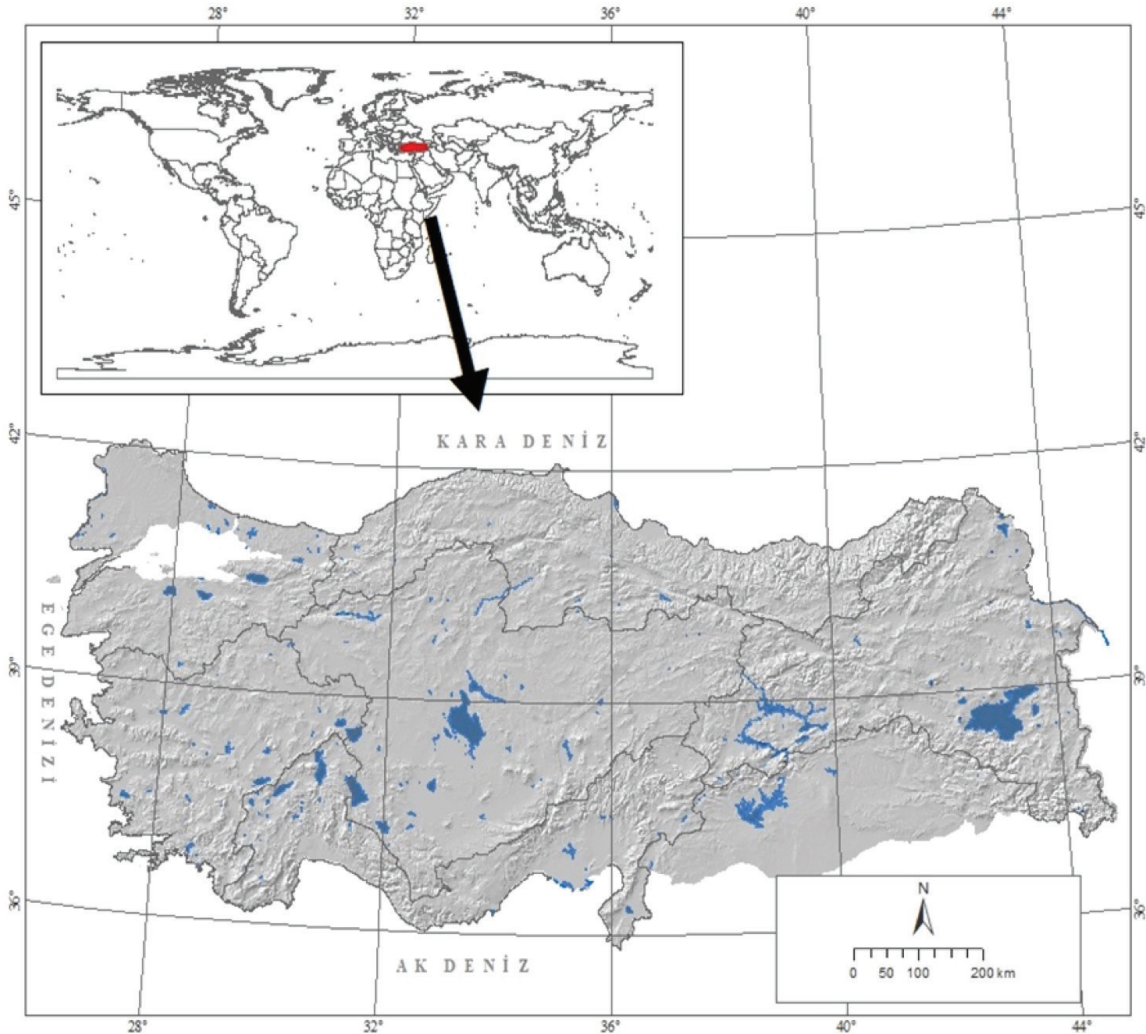
## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Bu çalışma, bitkisel üretim planlamalarına yön vermek açısından, ülkesel bir ölçekte yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü alan; dünya üzerindeki genel konumu itibariyle 35°.40' - 42°.06' kuzey paralelleri ile 25°.40' - 44°.48' doğu meridyenleri arasında yer almakta

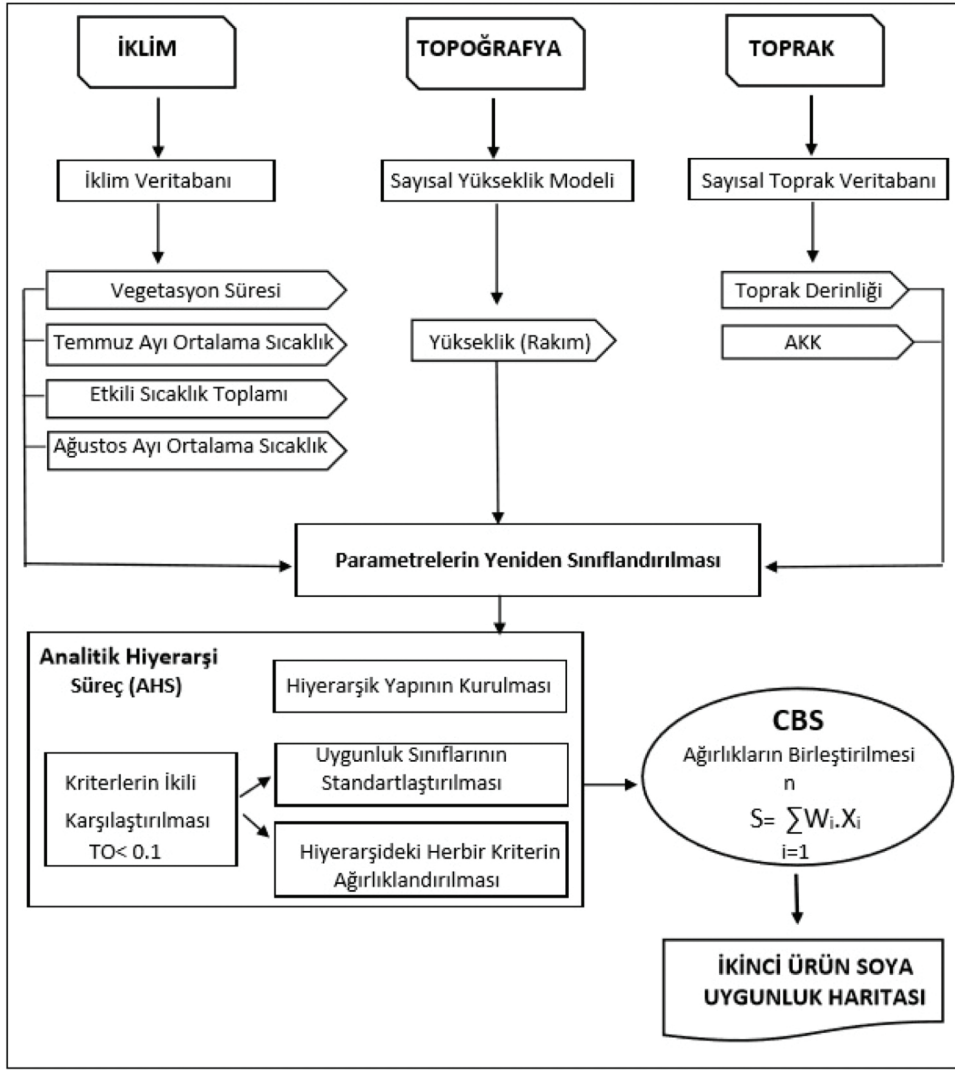
olup, uluslararası sınırları ve sahil şeridi ile ayrılmış tüm alanlarının toplamı yaklaşık olarak 780.580 km<sup>2</sup>'dir (ISO 3166-1) (Şekil 1).

Farklı topoğrafik özelliklere sahip olan çalışma alanının, deniz seviyesinden olan ortalama yüksekliği 1132 metre'dir. Subtropikal kuşakta yer alan çalışma alanında, büyük bir iklim bölgesi olan Akdeniz iklimi hakimdir (Türkeş, 2000). Topoğrafyanın çok değişken olması, üç tarafının denizlerle çevrili olması ve yükseltelerin batıdan doğuya doğru artması, çalışma alanı içinde birbirinden farklı iklim tiplerinin görülmesine neden olmaktadır. Yedi farklı coğrafik bölgeye ayrılan alanın, ekolojik (iklim, toprak, topoğrafya vb.) farklılıklara bağlı olarak yetiştirilen ürün çeşitliliği çok fazla olup, tarıma ayrılan alanlar toplam alanının üçte birini oluşturmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı

Figure 1. Study area



Şekil 2. Çalışmada takip edilen yöntemin iş akış şeması

Figure 2. Flowchart of the methodology followed in the study

Bu çalışmada, ikinci ürün olarak soyanın yetiştirilebilmesi için, potansiyel uygun alanların belirlenmesinde etkili olabilecek çok sayıda veri seti, çalışmanın materyali olarak kullanılmıştır. Bu veri setleri; iklim, topoğrafya ve toprak gibi ana kriterler içerisinde bölgesel değişkenlikler gösteren ve karmaşık yapıda özelliklere sahip alt kriterlerden oluşmaktadır.

#### İklim Veri Seti

Bu veri seti, Meteoroloji Genel Müdürlüğünden (MGM) temin edilen, çalışma alanı içerisinde 270 adet büyük iklim istasyonunun 1975-2012 yılları arası kayıtları tutulmuş olan, iklim alt parametreleri verilerinin bir araya getirilmesinden elde edilen veritabanından oluşmaktadır. İçeriğinde

fazla sayıda iklim değişkenleri bulunduran bu veritabanı kullanılarak, ikinci ürün soyanın yetiştirilmesinde etkili olan vegetasyon süresi, etkili sıcaklık toplamı, Temmuz ve Ağustos ayları ortalama sıcaklık alt kriterleri elde edilmiştir. Alt kriterlerin elde edilmesinde, istasyon bazlı noktasal tabanlı verilerin çalışma alanına yayılmış yüzey dağılımları için Climap Pertziger ve De Pauw (2002) programı kullanılarak, Hutchinson (1995) interpolasyon metodu uygulanmıştır.

#### Topoğrafik Veri Seti

Bu veri setinde, topoğrafyanın dijital gösterimi olarak adlandırılan, 90 metre uzaysal çözünürlüğe sahip SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) Sayısal Yükseklik Modeli

(SYM) verisi kullanılmıştır (Farr, 2000). Yersel çözünürlüğü 1/250.000 ölçekli olan bu veri modeli, bir arazi yüzeyini en iyi temsil eden düzenli, düzensiz aralıklarla yapılmış çok sayıda yükseklik ölçümünden oluşmaktadır. Raster ve grid veri yapısına sahip olması, SYM'nin işlenmesini, hesaplamalarda etkin kullanımını kolaylaştırmaktadır (Martz, 1992). Bu veri seti, soyanın ikinci ürün olarak yetiştirilmesindeki yükseklik ihtiyacının karşılanması amacıyla kullanılmıştır.

#### **Toprak Veri Seti**

Toprak veri seti olarak, sayısal vektör formatındaki ülkesel toprak veri tabanı kullanılmıştır. 1/25 000 ölçekli bu veri seti, mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) tarafından üretilmiş ülkesel boyutlu tek toprak verisidir. Bu veri seti, toprak grupları, eğim derinlik kombinasyonları, erozyon dereceleri, drenaj bünye kombinasyonları, arazi tipleri, şimdiki arazi kullanım şekilleri gibi bir çok bilgiyi yapısında bulundurmaktadır. İkinci ürün

soya için bu veri setinin toprak derinliği ve arazi kullanım kabiliyet sınıfları bilgileri alt kriterler olarak kullanılmıştır.

#### **Yöntem**

İkinci ürün olarak soyanın uygun alanlarda yetiştirilmesinin belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışmada, ürünün ihtiyaç duyduğu istekleri karşılayacak birden fazla sayıda kriter kullanılmıştır. Ana kriterler (iklim, toprak ve topoğrafya) ve bunların alt kriterleri olan, vegetasyon süresi, Temmuz ve Ağustos ayları ortalama sıcaklıklar, etkili sıcaklık toplamı (EST), yükseklik, arazi kullanım kabiliyet sınıfları (AKK) ve toprak derinlikleri verilerinin birlikte değerlendirilmesine yönelik uygulanan yöntemin iş akış şeması Şekil 2'de verilmiştir.

Yönteme göre; ikinci ürün olarak soyanın ihtiyaç duyduğu her bir alt kriter için uzman görüşleri doğrultusunda çalışma alanının karakteristik özelliklerini temsil eden ekolojik alt kriter sınıfları belirlenmiştir. Alt kriterlerin aynı ölçekte değerlendirilmesini sağlamak amacıyla

Çizelge 1. Alt kriter sınıf ve ağırlık puanları

Table 1. Subcriteria classes and their weighted values

Alt Kriterler	Alt Kriter Sınıfları	Uygunluk Sınıfları	Alt Kriter Ağırlık (uygunluk) Puanları
Vegetasyon Süresi (Gün)	>110	S1	4
	100-110	S2	3
	90-100	S3	2
	<90	N	1
Temmuz Ayı Ortalama Sıc.(Co)	>25	S1	4
	22-25	S2	3
	20-22	S3	2
	<20	N	1
Ağustos Ayı Ortalama Sıc. (Co)	>25	S1	4
	22-25	S2	3
	20-22	S3	2
	<20	N	1
Etkili Sıcaklık Toplamı (≥ 10 Co)	>2250	S1	4
	2250-2000	S2	3
	2000-1500	S3	2
	<1500	N	1
Yükseklik (m)	0-600	S1	4
	600-800	S2	3
	800-1100	S3	2
	>1100	N	1
Arazi kullanım kabiliyet sınıfları (AKK)	I	S1	4
	II	S3	2
	III, IV, V, VI, VII-VIII	N	1
Derinlik (cm)	>90 Derin	S1	4
	50-90 Orta derin	S2	3
	20-50 Sığ	S3	2
	0-20 Çok sığ	N	1

Çizelge 2. AHS tekniği ikili karşılaştırma ölçeği (Satty, 1980)

Table 2. The AHS scales for paired comparisons

Sayısal değer	Tanım
1	Öğeler eşit derecede öneme sahiptir.
3	1. ölçüt 2.'ye göre biraz daha önemlidir.
5	1. ölçüt 2.'ye göre fazla önemlidir.
7	1. ölçüt 2.'ye göre çok fazla önemlidir.
9	1. ölçüt 2.'ye göre olası en kuvvetli öneme sahiptir.
2,4,6,8	İki yakın ölçük arasındaki ara değerdir. Uzlaşma gereken durumlarda kullanılmaktadır.

sınıflar standart hale getirilerek alt kriter ağırlık (uygunluk) puanları atanmıştır (Çizelge 1).

Değerlendirmeye alınan kriterlerden hem ana kriterlerin hem de alt kriterlerin kendi aralarında soyanın yetişmesi üzerinde, farklı düzeylerde etkileri bulunmaktadır. Her bir kriterin etki oranları, birbirlerine eşit olamayacağı için, kriterlerin birbirlerine göre önemleri göz önünde bulundurularak ağırlık puanları hesaplanmıştır.

Kriterler arası etki oranlarını ifade eden bu ağırlık puanları hesaplanırken, birden fazla çok kriterli yöntemlerden biri olan, Ağırlıklandırılmış Doğrusal Kombinasyon yöntemine ait Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) tekniği kullanılmıştır.

Bu teknik Saaty (1980) tarafından geliştirilmiş olup, karmaşık yapıdaki çok fazla kritere sahip karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır. Grup olarak alınan kararların belirli bir sistematik ve mantık yaklaşımı içinde değerlendirilmesini sağlamaktadır. AHS, karar vericilerin karmaşık problemleri, problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak verir. Bu tekniğin en önemli özellikleri ise, karar vericinin hem kantitatif (objektif) hem de kalitatif (sübjektif) düşüncelerini karar sürecine dahil edebilmesi, uygulanmasının kolay ve esnek olması, elde edilen sonuçlarının tutarlılığının kontrol edilebilmesi, anlaşılabilir ve yorumlanmasının basit olmasıdır (Yılmaz ve ark., 2004). Bu tekniğin en önemli yapı taşı, kriterlerin birbirlerine göre önem dereceleri göz önüne alınarak ikili karşılaştırılmalarıdır.

Bu ikili karşılaştırmalardan yararlanarak bir düzeydeki her bir kriterin bir üst düzeydeki

yerel öncelikleri hesaplanır (Büyükyazıcı, 2000). Elde edilen matrislerde ikili karşılaştırma sonuçlarını sayısal değerlere dönüştürmek için Saaty (1980) tarafından geliştirilen, 1-9 ölçeği kullanılmaktadır (Çizelge 2).

Bu çalışmada, değerlendirmeye alınan ana ve alt kriterler için Analitik Hiyerarşi Süreci tekniği kullanarak kriterlere ait etki oranlarını (ağırlık puanları) hesaplamak;

I- Öncelikle kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bu matris  $n \times n$  boyutlu bir matristir ve matrisin köşegeni üzerindeki matris bileşenleri 1 değerini almaktadır.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Burada;

A, ikili karşılaştırmalar matrisi;  $a_{ij}$ , hiyerarşinin bir üst düzeyindeki elemana göre, i elemanının j elemanına göre önemi ( $i, j=1,2,\dots,n$ ) 'dir.

Karşılaştırma, kriterlerin birbirlerine göre sahip oldukları önem değerleri dikkate alınarak ikili ve karşılıklı yapılmaktadır. Karşılaştırma matrisinin köşegeni üzerindeki bileşenler  $i=j$  olduğunda, yani "eşit derecede öneme sahip" olduğunda, ilgili kriter kendisi ile karşılaştırıldığı için 1 değerini almaktadır. Karşılaştırmalar, matrisin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üstünde kalan değerleri için yapılır. Köşegenin altında kalan bileşenler için ise, aşağıdaki ifade kullanılmaktadır.

$$a_{ji} = 1/a_{ij}$$

$$a_{ij} > 0 (i, j = 1, 2, 3, \dots, n)$$

II- A matrisinin oluşturulmasından sonra, ikili karşılaştırması yapılan kriterler için öncelik vektörü (W) (etki oranı veya ağırlıklı puanları) hesaplanmıştır. Yapılan bu hesaplama AHS'de sentezleme adı verilmektedir. Sentezleme yapılırken;

a) İkili karşılaştırmalar matrisinin her bir sütunundaki değerler toplanır.

b) İkili karşılaştırmalar matrisindeki her bir eleman, bulunduğu sütunun toplam değerine bölünür.

Bu işlem sonucunda elde edilen matrise normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisi denir. Normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisindeki sütunların her birinin toplam değeri 1'e eşit olmaktadır.

c) Normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisinin her bir satırındaki elemanların, aritmetik ortalaması hesap edilir.

III-İkili karşılaştırmalar matrisi oluşturulurken, kriterler arası yapılan ikili karşılaştırmalar subjektif temellere dayandığı için yanlılgılar veya tutarsızlıklar ortaya çıkabilmektedir. Yapılan bu ikili karşılaştırmaların tutarlı olup olmadığını ölçmek için, AHS tekniğinde Tutarlılık Oranı (TO) kullanılmaktadır.

İkili karşılaştırma yargılarının tutarlılığını ölçmek için, Saaty tarafından önerilen ve üst limiti 0.10 (%10) olan bir tutarlılık oranı (consistency ratio) kullanılmaktadır (Saaty, 1980). Hesaplanan tutarlılık oranı, 0.10'un altında bir değer ise, ikili karşılaştırmaların tutarlılık sergilediği ve değerlendirmenin devam edebileceği, eğer bu oran 0.10'un üstünde ise ikili karşılaştırmaların tutarsızlığı

kabul edilmektedir. Bu durumda ikili karşılaştırmalar gözden geçirilerek, tutarlılık oranının düşürülmesi gerekmekte, aksi takdirde problemin yeniden kurulması ve sürecin baştan ele alınması gerekmektedir. (Armast, 1994).

Tutarlılık oranının kontrolü yapılırken; İkili karşılaştırmalar matrisi (A) ile, öncelik vektörü (W) çarpılarak ağırlıklandırılmış toplam vektör adında yeni bir vektör oluşturulmuştur. Bu vektörün her bir elemanı buna karşılık gelen öncelik değerine bölünerek, elde edilen değerlerin aritmetik ortalamalarından maksimum özdeğer ( $\lambda_{max}$ ) hesaplanmıştır. Eleman sayısına bağlı olarak maksimum özdeğer kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla ikili karşılaştırma matrisi (A) için, Tutarlılık İndeksi (TI) oluşturulmuştur.

$$TI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$$

$n$  = karşılaştırılan elemanların sayısı

Hesaplanan tutarlılık indeksi yardımıyla tutarlılık oranı değeri, aşağıdaki bağıntı kullanılarak elde edilmiştir.

$$TO = \frac{TI}{RI}$$

$TI$  = Tutarlılık indeksi

$RI$  = Rastgele indeks

Rastgele indeks, rastgele üretilen ikili karşılaştırma matrislerinin ortalama tutarlılık indekslerini ifade etmekte olup, eleman sayısına bağlı olarak Çizelge 3'teki değerleri almaktadır.

Coğrafi bilgi sistemleri teknikleri kullanılarak, kriterlere ait uygunluk puanları,

Çizelge 3. Tutarlılık oranının hesaplanmasında kullanılan ve matris boyutlarına göre değişen rastgele indeks değerleri (Saaty, 1980)

Table 3. Random index values used for calculation of consistency ratio which change according to matrix size (Saaty, 1980)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	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

Çizelge 4. Uygunluk sınıfları ve değerleri  
Table 4. Suitability classes and their values

Sınıf	Tanımlama	Değer	(FAO;1985) %
S1	Çok uygun	20423.22 - 25529.03	80-100
S2	Orta uygun	17317.42 - 20423.22	60-80
S3	Az uygun	13192.32 - 17317.42	40-60
N	Uygun değil	< 13192.32	0-40

ait oldukları kriterlerin öncelik vektörleriyle (ağırlık puanlarıyla) çarpılıp toplanarak, çalışma alanında ikinci ürün olarak soya yetiştirilmesine ait uygunluk değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4). Bu değerler FAO (1985)' e göre sınıflandırılıp, standart hale getirilerek, ikinci ürün soyaya ait uygun potansiyel alanlar haritası oluşturulmuştur.

Bu değerlerin hesaplanmasında, kriterlerin aynı ölçekte birleştirilebilir yani toplanabilir hale getirilmesi için, Ağırlıklandırılmış Doğrusal Kombinasyon yöntemine ilişkin aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Patrono, 1998).

$$S = \sum_{i=1}^n W_i \cdot X_i$$

S: toplam puan

$W_i$ : kriterin ağırlık puanı

$X_i$ : alt kriter uygunluk puanı

n: toplam kriter sayısı

## Bulgular ve Tartışma

Öncelikle ikinci ürün olarak soyanın yetiştirilmesi üzerinde etkisi olan, ana ve alt kriterler, ürün uzmanı görüşlerine dayanarak, tespitleri yapılmış ve daha sonra bu kriterlerin ağırlık puanları, AHS tekniğine göre hesaplanmıştır. Birinci aşamada, iklim, toprak ve topoğrafya ana kriterlerinin öncelik vektörleri (ağırlık puanları) hesaplanırken, 0.03 (% 3) tutarlılık oranında tutarlı matris olarak, kriterler arası ikili karşılaştırmaları yapılmıştır (Çizelge 5). Ana kriterler için yapılan AHS tekniği hesaplamalarına göre; en yüksek öncelik vektörü (ağırlık puanı) değeri, 0.669 (% 66.9) oranıyla iklim ana kriteri olmuştur. İklim ana kriterini sırasıyla topoğrafya (% 26.7) ve toprak (% 6.4) ana kriterleri izlemiştir.

Bitkisel ürünlerin yetiştirebilmeleri, buldukları ortamın çevresel etkilerine bağlıdır. Bitkiler sadece çevre koşullarının

Çizelge 5. Ana kriterlerin ağırlık değerlerinin belirlenmesine yönelik AHS tekniği hesaplamaları  
Table 5. Calculations of AHS technique to determine weighted values for main criteria

Ana Kriterler İkili Karşılaştırma Matrisi			
	İklim	Toprak	Topoğrafya
İklim	1.000	9.000	3.000
Toprak	0.111	1.000	0.200
Topoğrafya	0.333	5.000	1.000
Ana Kriterler Normalize Edilmiş İkili Karşılaştırmalar Matrisi			
	İklim	Toprak	Topoğrafya
İklim	0.693	0.600	0.714
Toprak	0.077	0.066	0.048
Topoğrafya	0.231	0.333	0.238
Öncelik Vektörü			
	Normalize Edilmiş Satırlar Toplamı	Normalize Edilmiş Satırlar Ortalaması	Öncelik Vektörü
İklim	2.007	2.007/3	0.669
Toprak	0.191	0.189/3	0.064
Topoğrafya	0.802	0.801/3	0.267
$\lambda_{max} : 3.029; RI: 0.58; TO: 0,03 < 0.10$			$\sum = 1$



müsaade ettiği ölçüde varlıklarını sürdürebilirler. Bu yüzden, bir bitkinin yetişme koşullarının incelenmesi, o yerdeki bitkinin yaşamasını sağlayan iklim, toprak ve topoğrafya gibi çevresel etkilerle doğrudan ilişkilidir. Bitkilerin buldukları ortama adaptasyonları, iklim ve toprak şartlarına uygun olması anlamına gelmektedir ve bu durum onların olumsuz bir durum karşısında zarar görmesini en aza indirmektedir (Roberts ve ark., 1993). Çevresel etkilerin en önemlisi olan iklim, topoğrafyayı ve toprağı kontrol eden ana etmendir. Özellikle iklimin ve topoğrafyanın bitkilerin gelişimi, verimi ve kalitesi üzerinde, önemli

etkisi bulunmakta olup, aralarındaki ilişkinin kurulması gerekmektedir (Bouma, 2005).

Alt kriterler için ikili karşılaştırmalar matrisi, normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisi ve bunlara bağlı olarak öncelik vektörleri, 0.08 (% 8) tutarlılık oranı dahilinde tutarlı bir matris olarak elde edilmiştir (Çizelge 6). Çalışma alanında ikinci ürün soyanın yetişmesi üzerinde en fazla etkili olan alt kriterin 0.376 (%37.6) oranıyla vegetasyon süresi olduğu tespit edilmiştir. Vegetasyon süresini sırasıyla etkili sıcaklık toplamı (0.277), Temmuz ayı ortalama sıcaklığı (0.143), Ağustos ayı ortalama sıcaklığı

Çizelge 6. Alt kriterlerin ağırlık değerlerinin belirlenmesine yönelik AHS tekniği hesaplamaları

Table 6. Calculations of AHS technique to determine weighted values for subcriteria

Alt Kriterler İkili Karşılaştırma Matrisi							
	1	2	3	4	5	6	7*
1	1.000	2.000	5.000	7.000	7.000	7.000	9.000
2	0.500	1.000	4.000	5.000	7.000	7.000	9.000
3	0.200	0.250	1.000	3.000	5.000	5.000	7.000
4	0.143	0.200	0.333	1.000	2.000	5.000	6.000
5	0.143	0.143	0.200	0.500	1.000	2.000	5.000
6	0.143	0.143	0.200	0.200	0.500	1.000	2.000
7*	0.111	0.111	0.143	0.167	0.200	0.500	1.000
Alt Kriterler Normalize Edilmiş İkili Karşılaştırmalar Matrisi							
	1	2	3	4	5	6	7*
1	0.446	0.520	0.460	0.415	0.308	0.255	0.231
2	0.223	0.260	0.368	0.296	0.308	0.255	0.231
3	0.089	0.065	0.092	0.178	0.220	0.182	0.179
4	0.064	0.052	0.031	0.059	0.088	0.182	0.154
5	0.064	0.064	0.018	0.030	0.044	0.073	0.128
6	0.064	0.064	0.018	0.012	0.022	0.036	0.051
7*	0.050	0.050	0.013	0.010	0.009	0.018	0.026
Öncelik Vektörü							
	Normalize Edilmiş Satırlar Toplamı	Normalize Edilmiş Satırlar Ortalaması	Öncelik Vektörü				
1	2.635	2.635/7	0.376				
2	1.941	1.941/7	0.277				
3	1.005	1.005/7	0.143				
4	0.630	0.630/7	0.090				
5	0.421	0.421/7	0.060				
6	0.267	0.267/7	0.038				
7*	0.176	0.176/7	0.025				
$\lambda_{max} : 7.641$ ; $R_i : 1.32$ ; $TO : 0,08 < 0.10$						$\sum = 1$	

1:Vegetasyon süresi, 2: Etkili sıcaklık toplamı, 3: Temmuz ayı ortalama sıcaklık, 4: Ağustos ayı ortalama sıcaklık, 5: Yükseklik, 6: Arazi kullanım kabiliyet sınıfları, 7\*: Toprak derinliği

1:Vegetation period, 2:Total effective temperature, 3: Average temperature of July, 4: Average temperature of August, 5: Elevation, 6: Land use capability classes, 7\*: Soil depth

(0.090), yükseklik (0.060), arazi kullanım kabiliyet sınıfları (0.038) ve toprak derinliği (0.025) alt kriterleri takip etmiştir.

Soyanın ikinci ürün olarak yetiştirilmesindeki en önemli kıstaslardan biri, bitkinin çıkışından itibaren hasat olgunluğuna gelene kadarki süredir. Bir alanın iklimsel olarak bu süreyi karşılayıp karşılayamaması, ikinci ürün olarak soyanın yetiştirilmesi açısından son derece önemlidir.

Üretilen soya çeşidinin erkenci veya geççi özellikte olmasına da bağlı olarak, o çeşidin bir bölgede başarıyla yetiştirilebilmesini etkileyen veya sınırlayabilen en önemli faktör, söz konusu bölgenin iklim özellikleridir. Kışık tahılların yaz ortasına doğru hasat edilmelerinden sonra, yerlerine ekilebilecek ikinci ürün bitkilerinin seçiminde de, uygun vejetasyon sürelerinin bulunup bulunmaması etkili olmaktadır. Akdeniz ve Ege Bölgelerinde, arpa ve buğday hasadının çoğunlukla Haziran ayı ortası dönemde tamamlanması nedeniyle, Haziran ayı sonuna kadar ikinci ürün soya ekilişleri için gerekli toprak hazırlıkları ve sulama işlemleri yapılabilmektedir. Tahıl hasadının gecikerek, Temmuz ayı ortalarında yapılabildiği bölgelerde ise, ikinci ürün soya tarımı için uygun bir yetiştirme süresi kalmamaktadır. Ülkemizin iklim şartlarına uygun ikinci ürün soya çeşitleri için yetiştirme süresi; hasat dönemindeki iklim uygunsuzlukları nedeniyle daha fazla uzayabildiği gibi, böcek zararı veya Kömür Çürüklüğü (*Macrophomina* spp.) hastalığı gibi bazı hastalıkların etkisiyle daha da kısalabilmekte ve verimleri de aynı ölçüde düşmekte olup, uygun şartlarda bu süre 90-110 gün arasında değişmektedir. Bu durumda, II. ve III. olgunlaşma gruplarına ait erkenci ve orta erkenci soya çeşitlerinin tercihi, soyanın ikinci ürün olarak yetiştirilme şansını artırabilmektedir. (Anonim, 1985). İkinci ürün olarak soyanın vejetasyon süresi ile ilgili yapılmış çalışmalarda bu süre 80-109 (Dong ve ark., 1990), 92-109 (Mordvintsev ve ark., 1991), 95-105 (Algan, 1990) olarak belirlenmiştir.

İkinci ürün olarak soyanın toplam sıcaklık isteği, vejetasyon süresinin belirlenmesinde etkili olan önemli bir alt parametredir. Yaz dönemi boyunca toplam olarak 2400 C°

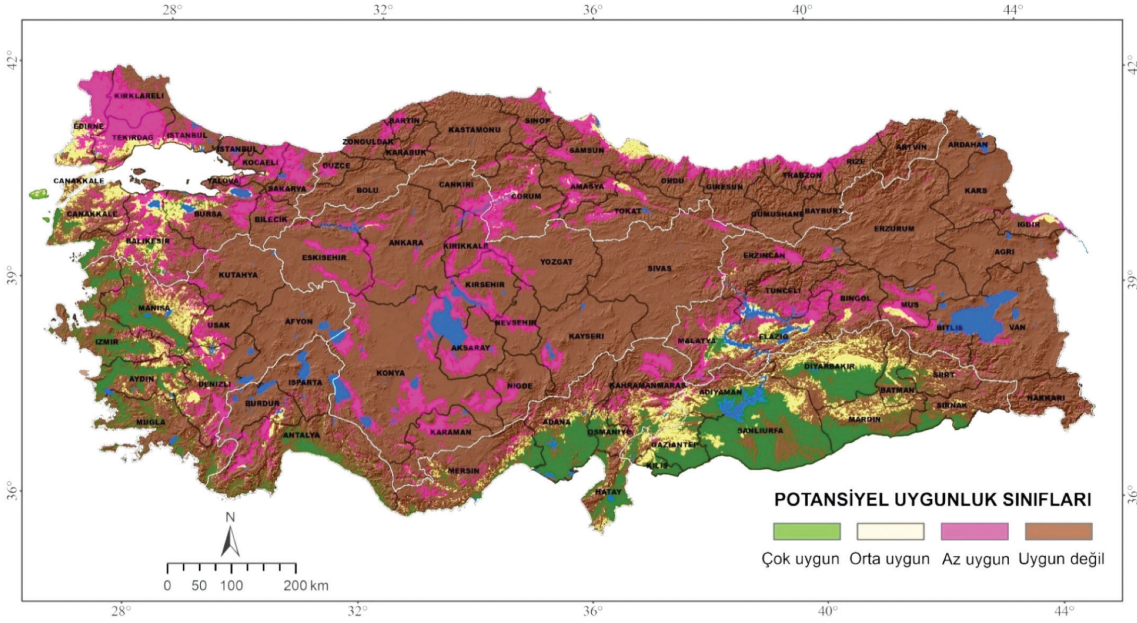
sıcaklığa sahip yerlerde, soya bitkisi sorunsuz olarak yetiştirilebilmektedir (İlisulu, 1973). İkinci ürün soya yetiştirilmesinde ekim ve hasat dönemleri arasında kalan süredeki toplam sıcaklık isteği, çok uygun alanlar için 2250 C° nin üzeri, orta uygun alanlar için 2000-2250 C° arası, az uygun alanlar için 1500-2000 C° arası ve hiç uygun olmayan alanlar için ise 1500 C° nin altında olarak esas alınmıştır.

Ülkemizde Temmuz ayı, çok geççi soya çeşitleri dışında, ikinci ürün soya ekilişleri için çiçeklenme dönemi başlangıcını simgelemektedir. Bu dönemdeki düşük sıcaklıklar ve uzun süreli kapalı hava, çiçek oluşumunu ve döllenmeyi olumsuz etkilerken, aşırı yüksek sıcaklıklar da çiçek dökmeyi artırmakta ve dolayısıyla ileriki dönemlerde daha az bakla oluşumu yoluyla, verimi azaltıcı etkiler yapabilmektedir. Ağustos ayı ise, ikinci ürün soya için bakla oluşumu ve baklalarda dolumun gerçekleştiği dönem olup, doğrudan verime etki eden bir dönemdir. Temmuz ve Ağustos aylarında bitkinin toplam sıcaklık isteğinin yarısının (1500 C°) bu iki ay boyunca karşılanmasından dolayı, aylık ortalama sıcaklık değerleri 25 C° ve üzeri sıcaklıklara sahip yerler için çok uygun, 22-25 C° arasındaki yerler için orta uygun, 20-22 C° olan yerler için az uygun ve 20 C° den düşük aylık ortalama sıcaklığa sahip yerler için ise hiç uygun olmayan alanlar olarak belirlenmiştir.

Genel olarak yüksekliği 2000 metrenin altındaki alanlarda soyanın yetiştirilebileceği bilinse de, 1000 metrenin altındaki yükseklik değerleri, soya tarımı için daha uygun kabul edilmektedir. Ülkemizde soyanın en fazla ekim alanı bulunduğu yerlerin, genellikle rakımı düşük sahil ovaları olduğu düşünüldüğünde, bu çalışmada; ikinci ürün soyanın çok uygun alanlar için ihtiyaç duyduğu yükseklik değeri 0-600 m, orta uygun alanlar için 600-800 m, az uygun alanlar için 800-1100 m ve hiç uygun olmayan alanlar için ise 1100 m ve üzeri olarak belirlenmiştir.

İkinci ürün soya tarımında, bitki boyu ve kök uzunluğu, ana ürün soyaya göre daha kısa kalsa da, derin toprakların bitki yetiştiriciliğindeki önemi, sığ topraklara göre çok daha fazladır.

Çalışma alanındaki araziler, kullanım kabiliyetlerine göre, üzerinde tarım yapılabilen



Şekil 3. Türkiye’de ikinci ürün soya yetiştirmeye uygun potansiyel alanlar haritası

Figure 3. Potential suitable areas map for double crop soybean cultivating in Turkey

I. sınıf araziler ile hiç bir şekilde tarıma elverişli olmayan ve sadece doğal hayata ortam teşkil edebilen VIII. sınıf araziler arasında sınıflandırılmıştır (Anonim, 2008). Bu arazi kullanım kabiliyet sınıfları, ikinci ürün soyanın yetiştirilmesine yönelik yapılan bu planlama çalışmasında, ürünün arazi istekleri arasında bir alt kriter olarak değerlendirilmiştir. İkinci ürün soya açısından çok uygun ve orta uygun alanlar için I. sınıf tarım arazileri, az uygun alanlar için II. sınıf tarım arazileri, uygun olmayan alanları için ise III ile VIII. sınıf arasındaki tarım arazileri eşik değerler olarak değerlendirilmiştir.

İkinci ürün soyanın ihtiyaç duyduğu ana ve alt kriterler, hesaplanan ağırlık değerleri oranında, ağırlıklandırılmış doğrusal kombinasyon yöntemine göre birleştirilmiş ve ürüne ait uygun potansiyel alanlar haritası elde edilmiştir (Şekil 3).

Uygunluk sınıflarının bölgeler bazında alansal ve oransal dağılımları göz önüne alındığında; ikinci ürün olarak soyanın çok uygun sınıfta (S1) yetiştirilebileceği alanlar, % 37.74 oranında 2 896 556.13 hektarlık alan ile en fazla Güneydoğu Anadolu Bölgesi olmuştur. Bu bölgeyi % 15.68 (1 406 042.48 hektar) oranında Akdeniz Bölgesi ve % 15.33 (1 366 474.71 hektar) oranında ise Ege Bölgesi takip etmektedir. Özellikle bölgeler arasındaki

etkili sıcaklık toplamı ve yükseklik farklarının kısıtlayıcı etkilerine bağlı olarak, ikinci ürün olarak soyanın yetişmesinde uygun olmayan (N) alanların dağılımında, İç Anadolu Bölgesi 16 671 737.69 hektar alan ile en fazla alan olarak hesap edilmiştir. Bunu 13 717 071.50 hektar alan olarak, Doğu Anadolu Bölgesi ve 10 460 478.34 hektar alanla da Karadeniz Bölgesi takip etmektedir (Çizelge 7).

Bu uygunluk sınıflarının çalışma alanı içerisindeki genel dağılımlarında; alanın % 7.65'nin (5 968 013.35 hektar) çok uygun (S1), % 4.70'nin (3 666 170.55 hektar) orta uygun (S2), % 8.43'nün (6 584 410.16 hektar) az uygun (S3) ve % 79.22'sinin (61 8394 07.74 hektar) ise uygun olmayan (N) sınıfta yer aldığı tespit edilmiştir.

## Sonuçlar

Ülkemizde, ikinci ürün soya yetiştirmeye uygun potansiyel alanların belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, elde edilen uygunluk haritası incelendiğinde; Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerindeki ovaların, ikinci ürün soya için en uygun alanlar olarak çıktığı görülmektedir. Soya üretim alanlarının çalışma alanı içerisindeki dağılımlarında vejetasyon süresi, Temmuz-Ağustos ayları ortalama sıcaklıkları ve yükseklik

Çizelge 7. İkinci ürün soya yetiştirilmesi için potansiyel uygunluk sınıflarının bölgeler bazında alansal ve oransal dağılımları

Table 7. Areal and proportional distributions of potantional suitability classes for double crop soybean cultivation on regional basis

BÖLGELER	UYGUNLUK SINIFLARI			
	Çok Uygun (S1)	Orta Uygun (S2)	Az Uygun (S3)	Uygun Değil (N)
Akdeniz Bölgesi	1 406 042.48 % 15.68	499 568.90 % 5.58	460 620.82 % 5.14	6 596 898.94 % 73.6
Doğu Anadolu Bölgesi	77 472.61 % 0.5	397 305.66 % 2.66	798 177.97 % 5.33	13 717 071.50 % 91.51
Ege Bölgesi	1 366 474.71 % 15.33	493 877.23 % 5.54	426 110.89 % 4.78	6 625 081.50 % 74.35
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	2 896 556.13 % 37.74	1 141 473.23 % 14.87	31 730.98 % 0.4	3 604 955.03 % 46.97
Karadeniz Bölgesi	0.00 % 0.00	209 133.69 % 1.79	1 062 209.63 % 9.05	10 460 478.34 % 89.16
İç Anadolu Bölgesi	8500.80 % 0.05	14 739.30 % 0.08	1 870 795.14 % 10.08	16 671 737.69 % 89.79
Marmara Bölgesi	212 966.62 % 2.95	910 072.54 % 12.61	1 934 764.73 % 26.79	4 163 184.74 % 57.65
Alan (ha)	5 968 013.35	3 666 170.55	6 584 410.16	61 839 407.74
Oran (%)	% 7.65	% 4.70	% 8.43	% 79.22

kriterlerinin, en önemli sınırlayıcı etkiye sahip olduğu görülmektedir. Özellikle İkinci ürün soyada 110 gün civarında bir yetiştirme süresine ihtiyaç duyulması, soya ekim alanlarının çok uygun sınıftaki dağılımını önemli ölçüde sınırlandırmıştır.

Çalışma alanı bölgesel olarak incelendiğinde; günümüzde de en fazla soya üretiminin gerçekleştirildiği yer olarak bilinen Çukurova Bölgesinin, yükseklik kriterinin sınırlayıcı etkisi altında kalmayan geniş ovalarının tamamında, buğday ve arpa hasadının ardından ikinci ürün soya için çok uygun alanlar olarak görülmektedir. Sulama imkanı açısından problem yaşanmayan Çukurova'da, ikinci üründe 350-400 kg da<sup>-1</sup> verim seviyelerinin alınabilmesi, Çukurova Bölgesini ikinci ürün soya açısından önemli bir alan haline getirmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, iklim uygunluğu ve daha geniş ovalara sahip olması sayesinde, ikinci ürün soya için Çukurova'dan 4-5 kat daha fazla bir potansiyel üretim alanı sunmaktadır.

Ege Bölgesinde, başta kıyı ovaları olmak üzere bölgenin büyük bir kısmında, tahıl hasadının yaz başında tamamlanmasıyla, ikinci ürün soya tarımına geçilebilmesi mümkün görülmektedir. Diğer 4 bölgede ise (Marmara Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi Karadeniz Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesi), ikinci ürün soya için çok uygun sınıfına girebilecek alanların pek bulunmaması, bunun yanında çok az miktarda orta uygun sınıftaki alanların görülmesi, bu bölgelerde ikinci ürün soya potansiyelinin olmadığını belgelemektedir.

Sonuç olarak, Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerindeki çok uygun ve orta uygun alanlar ile, sulama imkanlarının olması durumunda Marmara Bölgesinin orta ve güneyinde yer alan ovaların orta uygun sınıfında çıkması, ikinci ürün soya tarımına en elverişli alanlar olabileceğini göstermiştir.

Bu alanların, ülkemiz tarımına ve özellikle de sulu tarıma en uygun ovaları içermesi, bu alanlarda sadece soya değil, pek çok tahıl, endüstri bitkisi, sebze ve meyve ürünlerini de pay sahibi kılmaktadır.

Ülkemizde ana ürün buğday sonrası ekimi yapılan ikinci ürün soyanın, yerli soya üretimimizin yaklaşık 2/3'ünü karşıladığı düşünüldüğünde, ikinci ürün soya üretimi için 300-350 bin hektarlık bir alanın bile yeterli olabileceği hesaplanabilir.

Çalışma alanındaki çok uygun alanların, özellikle de sulama imkanına sahip olan bölümlerinde, yerli soya üretimi için gerekli ekim alanlarının sağlanması adına üretim desteklerine devam edilmesi durumunda, beklenen üretim artışlarını gerçekleştirebilmek mümkün olabilecektir. Bu durumda, yaklaşık 6 milyon hektarlık çok uygun sınıfta yer alan alanların 1/20'sinin ikinci ürün soyaya ayrılması sağlanabilirse, ithalata gerek duyulmadan, yerli üretimle tüm soya ihtiyacımızın karşılanabilmesi de gündeme gelebilecektir.

#### Kaynaklar

- Algan, N. (1990). Ege Bölgesi, koşullarında bazı soya hat ve çeşitlerinin adaptasyon yetenekleri üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 27 (2), 33-47.
- Anonim, (1985). Soya Çeşitleri ve Özellikleri. Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayını 5, 1-2.
- Anonim, (2008). Toprak Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat [http://www.tarim.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/Toprak Arazi Siniflamasi Standartlari Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat Erişim Tarihi](http://www.tarim.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/Toprak_Arazi_Siniflamasi_Standartlari_Teknik_Talimatı_ve_Ilgili_Mevzuat_Erişim_Tarihi) : 04.05.2018
- Arioğlu, H. (2013). Soya Tarımı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana.
- Armocost, L.R., Componation, P.J., Mullens, M.A., & Start, W. (1994). An AHY framework for prioritizing customer requirements in QFD: an industrialized housing application, IIE Transactions, 26 (4), 72-79.
- Bagli, S., Terres, J.M., Gallego, J., Annoni, A., & Dallemard, J.F. (2003). Agro-Pedo-Climatological Zoning of Italy. Monograph 20550 EN – © European Communities, Printed in Italy.
- Bhermana, A., Sunarminto, B.H., Utami, S.N.H., & Gunawan, T. (2013). The Combination of Land Resource Evaluation Approach and Gis Application to Determine Prime Commodities for Agricultural Land Use Planning at Developed Area (A Case Study Of Central Kalimantan Province, Indonesia). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science 8 (12), December.
- Bouma, E. (2005). Development of comparable agro-climatic zones for the international exchange of data on the efficacy and crop safety of plant protection products, OEPP/EPPO Bulletin, 35, 233-238.
- Büyükyazıcı, M. (2000). Analitik Ağ Süreci, Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim dalı, Ankara.
- Dengiz, O., & Sarıoğlu, F.E. (2013). Arazi Değerlendirme Çalışmalarında Parametrik Bir Yaklaşım Olan Doğrusal Kombinasyon Tekniği. Tarım Bilimleri Dergisi.19, 101-112.
- Dong, Z., Dong, J.G., & QIJ, B.W. (1990). Studies On Growth Development and Yield Component of Early Maturity Soybean In Northeast China. I Some Characteristics of Growth and Early Maturity Soya Beans. Soybean Science, Shenyang Agricultural Universty Lianoning, 9(4), 265-270, China.
- Engin, M., & Arioğlu, H.H. (1982). Soyanın Gübrenmesi ve Bakteri Aşılması. Çukurova Bölgesi' nde Soya Üretimi ve Sorunları Semineri Bildirisi, Hatay.
- Farr, T.G., & Kobrick, M. (2000). Shuttle radar topography mission produces a wealth of data, EOS Transactions AGU, 81, 583-585.
- He, W., Yang, S., Guo, R., Chen, Y., Zhou, W., Jia, C., ... Sun, G. (2011). Gis- Based Evaluation of Soybean Growing Areas Suitability in China. Part III. International Federation for Information Processing AICT 346, 357-366.
- Herridge, D.F. & Danso, S.K.A. (1995). Enhancing crop legume N2 fixation through selection and breeding, Plant Soil, 174, 51-82.
- Hutchinson, M.F. (1995). Interpolating mean rainfall using thin plate smoothing splines. Int. J. Geogr. Info. Systems 9, 385-403.
- İlisulu, K. (1973). Yağ Bitkileri ve Islahı, 192, İstanbul.
- Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. Progress in Planning, 62 (1), 3-65.
- Malczewski, J. (2006). Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multi criteria evaluation for land-use suitability analysis. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 8 (4), 270-277.
- Manuel, P.C., Huelges, R.R., & Espanto, L.H. (1988). Adaptation of soybean in lupano. Nueva, Ecia the Philipinnes.
- Martz, L.W., & Garbrecht, J. (1992). Numerical definition of drainage network and subcatchment areas from digital elevation models, Computers and Geosciences, 18 (6), 747 – 61.
- Mendas, A., Hamadouche, M.A., Nechniche, H., & Djilali, A. (2007). Elaboration d'un système d'aide à la décisionspatiale. Application à la dangerosité de l'infrastructureroutière", Journal of Decision System, 16 (3), 369-391.
- Mendas, A., & Delali, A. (2012). Integration of Multi-Criteria Decision Analysis in GIS to develop land suitability for agriculture. Application to durum wheat cultivation in the region of Mleta in Algeria. Computers and Electronics in Agriculture, 83, 117-126.

- Mordvintseu, M.P., Sokolov, S.M., Vizner, V.S., & Latukhin, A.P. (1991). Early Soybean Varieties Soerl. Seletsia: Semenovodstua (Moskova), 3, 35-36 (Ru) Opytnaya Stanstiya Oroshaemogo Zemledeliya, Ershow, USSR.
- Mounts, T.L., Wolf, W.J., & Martinez, W.H. (1987). Processing and Utilization. In Soybeans: Improvement, Production, and Uses, Second Edition, J.R. Wilcox, 1987, Madison, Wisconsin, USA.
- Patrono, A. (1998). Multi-Criteria Analysis and Geographic Information Systems: Analysis of Natural Areas and Ecological Distributions. Multicriteria Analysis for Land-Use Management, Edited by Euro Beinat and Peter Nijkamp, Kluwer Academic Publishers, Environment and Management, 9, 271- 292, AA Dordrecht, The Netherlands.
- Pertziger, F., & De Pauw, E. (2002). CLIMAP. An Excel-based software for climate surface mapping. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Prakash, T.N. (2003). Thesis (MSc), Land suitability analysis for agricultural crops: a fuzzy multicriteria decision making approach. (ITC) International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation, Enschede, The Netherlands.
- Roberts, E., Summerfield, R., Ellis, R., & Qi, A. (1993). Adaptation of flowering in crops to climate. Outlook Agric. 22, 105-110.
- Saaty, T.L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, ISBN 0-07-054371-2, USA.
- TUİK, (2015). <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi : 06.06.2018)
- Türkeş, M., Sümer, U. M., & Çetiner, G. (2000). 'Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri', Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Genel Müdürlüğü., Ankara.
- Yılmaz, E., Ok, K., & Okan, T. (2004). Ekoturizm Planlamasında Katılımcı Yaklaşımla Etkinlik Seçimi. Cehennemdere Vadisi Örneği. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın 237, DOA Yayın 30, Teknik Bülten 21, 56, Tarsus.