

Endüstriyel ağaçlandırmalar için en uygun tür seçiminde analitik hiyerarşi süreci yönteminin kullanılması: Kastamonu İli örneği

Gökhan Şen^{a,*}, Ersin Güngör^b

Özet: Mevcut endüstriyel odun ürünü arz açığının kapatılması, doğal ormanların korunması ve sürdürülebilir orman ekosistem yönetimi için endüstriyel ağaçlandırma yatırımları oldukça önemlidir. Bu kapsamda, çalışma endüstriyel ağaçlandırma yatırımlarından en fazla faydayı sağlamaya yönelik ağaç türü seçimi için gerçekleştirilmiştir. Analizlerde çok kriterli karar verme süreçlerinden birisi olan Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi kullanılmıştır. Ekonomik, iklimatik, edafik, fizyolojik kriterler ve alt kriterler, kamu kurumları, yerel halk ve özel sektör temsilcilerinin görüşleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Sahil çamı, melez kavak, kızılçam, okaliptus, dişbudak, douglas göknarı, kızılğaç ve radiata çamı arasında yapılan değerlendirmede, dişbudak, endüstriyel ağaçlandırmalar için ilk öncelikli tür olarak belirlenmiştir. Bu türü sırası ile radiata ve sahil çamı izlemektedir.

Anahtar kelimeler: Endüstriyel ağaçlandırmalar, Ağaçlandırma yatırımları, Çok kriterli karar verme, AHS, Kastamonu, Turkey

The use of analytic hierarchy process method in choosing the best tree type for industrial plantations: The case of Kastamonu Province

Abstract: Industrial plantation Investments are very important for the closure of existing industrial wood product supply and for the conservation of natural forests and sustainable forest ecosystem management. Within this scope, the tree species selection was made to provide the most benefit from industrial plantation investments in the study. In the analysis, Analytic Hierarchy Process (AHP) method, which is one of the multi criteria decision making processes, is used. Economic, climatic, edaphic and physiological criteria and sub-criteria were evaluated in line with the opinions of public institutions, local residents and private sector representatives. In the evaluation made among the Maritime pine, cultivated populus "i214", Turkish pine, eucalyptus, ash, douglas fir, alder and radiata pine. ash was determined as the first priority specie for industrial plantations. It is followed by radiata pine and maritime pine.

Keywords: Industrial plantation, Afforestation investment, Multi criteria decision making, AHP, Kastamonu, Turkey

1. Giriş

On sekizinci yüzyılın ikinci yarısında başlayan sanayi devrimi ile birlikte doğanın tahrip edilmesinin boyutları da artmaya başlamıştır. Hammadde ve alan ihtiyacının hızla artmasıyla endüstri kuruluşları ihtiyaçlarını gidermek için doğadan maksimum yararlanma yoluna gitmişler ve milyarlarca yılda oluşan ekosistemlerde hızla ve yeniden imarı mümkün olmayan tahribatlara yol açmışlardır.

Tahrip edilen bu ekosistemler içerisinde en büyük hammadde kaynaklarından olan orman kaynakları da etkilenmiş ve en fazla tahribata uğrayan ekosistemlerden birisi olmuştur. Hızlı nüfus artışı, çarpık yerleşme ve kentleşme, yanlış arazi kullanımı bu tahribatta insan kaynaklı etkenlerin en önemlileridir. Günümüzde ekosistem hizmetlerinin insanlar tarafından aşırı kullanımı sonucunda Dünya genelinde bu hizmetlerin %60'ı bozulmuş ya da sürdürülemez bir hal almıştır (Brockhouse ve Botoni, 2009).

Ormanların azalmasında ve nüfus artışında 1990 yılı çok önemli bir noktadır. 1990 yılı verilerinde dünya orman alanlarının 3,6 milyar hektarın altında olduğu buna karşın insan nüfusunun ise 5 milyarın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu yılın önemli olmasının nedeni ormanlardaki

üretim miktarı ile odun talep miktarının 3,5 milyar m³/yıl seviyesinde eşitlenmesidir. 1990 sonrasında ise nüfusun artmaya devam etmesi ve orman alanların azalması ile arz-talep dengesi talep lehine artış göstermiştir (Birlir, 1998). Dünyadaki odun üretimi değerlerine bakıldığında ise 1990-2015 yılları arasında endüstriyel odun ihtiyacı 1.709.503.466 m³'ten 1.825.982.243 m³'e, yakacak odun üretimi ise 1.827.542.193 m³'ten 1,862,443,915 m³'e yükseldiği görülmektedir. Endüstriyel ve yakacak odundaki bu artışa rağmen 1990-2015 yıllarındaki orman alanlarındaki değişim ise 129.135.860 ha'dır. 1990'da dünya orman alanları 4.128.269.480 ha iken 2015'de 3.999.133.620 ha'a gerilemiştir (FAOSTAT, 2017).

Türkiye sınırları içerisindeki orman kaynakları da gelişen sanayileşme ve nüfus artışından etkilenmiştir. Sanayileşme, aşırı ve plansız şehirleşme, yol yapımları vb. uygulamalar ile birlikte illegal kullanımların ormanlar üzerindeki baskısı, bu kaynağın hem alansal olarak azalmasına hem de yapısal olarak tahrip olmasına neden olmuştur. Ancak bu azalma özellikle 1980'lerde başlayan kırsaldan kentlere göç hareketi ile kırsal alandaki baskının azalması ve ağaçlandırma çalışmalarına hız verilmesi ile birlikte orman alanları artmaya ve yapısal olarak ta kendini

✉ ^a Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, 37150, Kastamonu

^b Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, 74100, Bartın

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): gsen@kastamonu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 10.03.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 26.03.2018



Citation (Atf): Şen, G., Güngör, E., 2018. Endüstriyel ağaçlandırmalar için en uygun tür seçiminde analitik hiyerarşi süreci yönteminin kullanılması: Kastamonu İli Örneği. Turkish Journal of Forestry, 19(1): 63-75. DOI: [10.18182/tjf.403922](https://doi.org/10.18182/tjf.403922)

yenileme sürecine girmiştir. Özellikle 1980 sonrasında orman alanları ve endüstriyel odun tüketimi artarken, orman suçları ve yakacak odun miktarı azalma sürecine girmiştir. 1995 sonrasında da ormanların servet ve artım değerleri artışa geçmiştir (Şen ve Toksoy, 2006). Mevcut durumda Türkiye'nin %28,6'sı (22.342.935 ha) ormanlarla kaplıdır. Bu ormanların %57'si verimli orman alanları iken %43'ü ise bozuk yapıdadır (OGM, 2017a).

Türkiye'de ormanların yönetiminden sorumlu olan Orman Genel Müdürlüğü (OGM) nüfus artışı, gelişen endüstri vb. nedenlerle artan odun ürünü taleplerini karşılamak için hem mevcut eta miktarlarını artırmış hem de ormanları yapısal ve alansal olarak geliştirmeye çalışmıştır. Bu kapsamda özellikle doğal orman alanlarının korunması, mevcut orman alanlarının artırılması, bozuk orman alanlarının rehabilite edilmesi gibi çeşitli faaliyetler gerçekleştirmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmaların başında ise ağaçlandırma faaliyetleri gelmektedir. Türkiye'de ağaçlandırma çalışmaları OGM bünyesindeki Ağaçlandırma Dairesi Başkanlığınca, ağaçlandırma, rehabilitasyon, erozyon kontrolü, mera ıslahı ve özel ağaçlandırma şeklinde yapılmaktadır. Türkiye'de ağaçlandırma çalışmalarının başlangıcı olarak kabul edilen 1937 yılından 1991 yılı sonuna kadar toplam 1.550.511 ha olan ağaçlandırma çalışmaları (Anonim, 2001; ÇEM, 2017), 2016'da 2.338.073 ha'a (ÇEM, 2017) ulaşmıştır.

Orman alanlarının arttırılmasına karşın gelecekte özellikle odun talebini karşılamaya yönelik çalışmalara ve bunun yanında uygulanacak diğer koruma faaliyetlerine yön verecek en önemli etkenlerden biri Türkiye'nin mevcut odun talebi ve üretimin tüketimi karşılama oranıdır. Ormancılığın gelecek üretim stratejilerinin belirlenmesi ve planlamaların oluşturulmasında ve uygulanacak yöntemlerin

kararlaştırılmasında üretim-tüketim dengesi (Çizelge 1, 2) önemli rol oynamaktadır (OGM, 2017b).

Çizelge 1 ve 2'den de görüldüğü üzere endüstriyel odun talebi artarken yakacak odun talebi azalmaktadır. Endüstriyel odun talebindeki artış, OGM'nin arz miktarında yaptığı artışla karşılanmaya çalışılsa da halen yeterli değildir ve tüketimin yaklaşık %8,5'i ithalatla karşılanmaktadır.

Tüm dünyada artan odun talebini karşılamak, bunun yanında mevcut doğal ormanları ve ekosistemleri korumak üzere başvurulan yöntemlerden biri hızlı gelişen türlerle yapılan endüstriyel ağaçlandırma (EA) çalışmalarıdır. EA, Türkiye'de de endüstriyel odun arzını karşılamada bir çözüm yolu olarak görülmektedir. EA, hızlı gelişen yerli ve yabancı türler ile entansif kültür yöntemleri kullanılarak, iyi bonitete sahip alanlarda ve tarım alanlarında yapılan ağaçlandırmalardır. Bu ağaçlandırmalar hektarda yıllık ortalama 10 m³ ve daha fazla artım yapabilmektedir (Boydak ve Çalışkan, 2014). EA'lar uzun süreler alan ıslah yöntemine göre de çok daha kısa sürede endüstriyel odun ihtiyacını karşılayabilecek bir yöntemdir (Ayan ve Sivacıoğlu, 2006). Türkiye'de tarımsal faaliyetlerin yapılmasına olanak olmayan ve ağaçlandırma çalışmaları için uygun olan yaklaşık 6 milyon ha. alan bulunmaktadır (Ürgeç ve Boydak, 1985; Tolunay, 1999). Bu alanlar içerisinde EA içinde potansiyel alanların yüksek olacağı düşünülmektedir. Ancak, EA'lara sadece ekonomik olarak bakmak olayın tüm boyutlarıyla değerlendirilmesini engellemektedir. Bu kapsamda bu ağaçlandırmaların buldukları ekosisteme yapacağı katkılarda düşünüldüğünde EA'ların değerlerinin ne kadar büyük olduğu anlaşılabilir (Tolunay, 1988; Tolunay ve Akyol, 2006).

Çizelge 1. Endüstriyel Odun Üretim ve Tüketim Yönelimleri

		2010	2013	2015
		1.000 m ³	1.000 m ³	1.000 m ³
Üretim Kaynakları	OGM Endüstriyel Odun Üretimi	12.569	13.668	15.076
	Özel Sektör Endüstriyel Odun Üretimi	3.300	3.300	3.340
	Toplam Endüstriyel Odun Arzı	15.869	16.968	18.416
Tüketim Kaynakları	Devlet Ormanlarından Endüstriyel Odun Tüketimi	12.792	14.422	16.097
	Özel Mülklerden Endüstriyel Odun Tüketimi (Tahmini)	3.300	3.300	3.370
	Net İthal Edilen Endüstriyel Odun	1.175	671	474
	Net İthal Edilen Kereste	779	1.161	1.334
	Toplam Endüstriyel Odun Tüketimi	18.046	19.554	21.275
Endüstriyel Odun Arz-Tüketim Dengesi		-2.177	-2.586	-1.267

Çizelge 2. Yakacak Odun Üretim ve Tüketim Yönelimleri

		2010	2013	2015
		1.000 m ³	1.000 m ³	1.000 m ³
Üretim Kaynakları	OGM Yakacak Odun Üretimi	7.194	5.982	5.023
	Kayıt Dışı Yakacak Odun Üretimi (Tahmini)	4.650	4.400	4.200
	Özel Sektör Yakacak Odun Üretimi (Tahmini)	2.053	2.113	2.160
	Toplam Yakacak Odun Arzı	13.897	12.495	11.383
Tüketim Kaynakları	Devlet Ormanlarından Yakacak Odun Tüketimi	7.313	5.974	5.032
	Kayıt Dışı Yakacak Odun Tüketimi (Tahmini)	4.650	4.400	4.200
	Özel Mülklerden Yakacak Odun Tüketimi (Tahmini)	2.053	2.113	2.160
	Net İthal Edilen Yakacak Odun	324	28	37
	Toplam Yakacak Odun Tüketimi	14.340	12.515	11.429
Yakacak Odun Arz-Tüketim Dengesi		-443	-20	-46

Türkiye’de çeşitli amaçlarla hızlı gelişen türler ile yapılan ağaçlandırma çalışmaları 1800’lerin sonlarında başlamıştır. Fransızlar tarafından 1880 yılında Terkos Gölü civarında sahil çamı ile yapılan kumul ağaçlandırmaları ve 1885 yılında Adana-Mersin demiryolu hattındaki istasyonlarda yapılan okaliptus ağaçlandırmaları Türkiye’nin ilk hızlı gelişen tür ağaçlandırmaları olarak belirtilebilir (Turan, 1982; Gürses, 1990). Devamında 1939 yılında Tarsus-Karabucak’ta bataklık kurutma amacı ile yine okaliptus ile 885 hektarlık alanda ağaçlandırma yapılmıştır (Gürses, 1990). Sonrasında ise hızlı gelişen tür ağaçlandırmaları daha çok bilimsel amaçlar ile yapılmıştır. Bu kapsamda, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesine bağlı öğretim üyeleri 1948’de Türkiye’nin farklı noktalarına okaliptus, 1951’de sahil çamı, 1951’de duglas (Akalp, 1982), 1952 ve 1958’de melez kavak (Saatçioğlu, 1962), denemeleri için EA’da kullanılabilecek türler ile ağaçlandırma denemeleri yapmışlardır. Daha sonra kurulan Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Enstitüsü tarafından 1968’de 40 farklı sahil bölgesinde hızlı gelişen tür denemeleri yapılmıştır (Ürgenç 1972; Şimşek ve vd., 1985; Eyüpoğlu ve Atasoy 1986; Tulukçu vd., 1991). Ayrıca yüzyıllardır Türkiye’de geleneksel olarak özellikle kırsal kesim tarafından karakavak ile EA yapılmaktadır.

Türkiye’de EA yapılmasının gerekliliği 1950’li yıllarda odun hammaddesi üretiminin talep karşısında yetersiz olduğu tespiti ile kabul edilmiştir (Turan, 1982). 1965 yılında, birinci 5 yıllık kalkınma planında EA yapılmasının planlanması, EA’ların önemi ve artan odun ihtiyacına bir çözüm yolu olarak görülmeye başlandığının resmileştirilmesi olarak düşünülebilir. Bu kapsamda 2012 yılına kadar bazı EA çalışmaları yapılmıştır. Bu tarihten sonra ise hazırlanan “Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı 2013-2023” ile EA’lar için yapılacak ağaçlandırmalar belli bir plan ve program dahilinde sürekliliğe kavuşturulmuştur. Ancak bu çalışmanın da alanların tam olarak belli olmaması, hangi türlerin kullanılacağı ve bu türlerin nasıl seçileceğinin belirli olmaması eylem planının önemli eksiklikleri olarak görülmektedir.

EA’nın sürdürülebilirliği genel olarak ekonomik şartlara bağlıdır yani doğal süreklilikten çok ekonomik süreklilik daha ön plandadır (Con vd., 2013). EA çalışmaları, düşük eğimli, düşük yükseltideki, arazi özellikleri en üst düzeydeki (Birlir, 2009) çok değerli alanlarda kurulmaktadır. Genel ağaçlandırmalardan farklı olarak kısa idare süreleri ile işletilen bir yatırım olsa da alanların kıymetli ve sınırlı olması bu kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Bu nedenle EA yatırımlarının çok iyi planlanması gerekmektedir. Bu kapsamda hem alana uygun hem de idare süresi sonunda en fazla hacim oluşturacak ve en fazla geliri getirecek en uygun türün belirlenmesi çok büyük önem arz etmektedir. Aksi takdirde çok kıymetli alanlarda kurulan EA yatırımlarının fırsat maliyeti projenin faydalarından daha büyük olabilecektir. Bu nedenle tamamen ekonomik amaçlar ile oluşturulan EA yatırımlarında en uygun türün seçimi bu yatırımların başarısındaki en önemli faktörlerden birisidir (Özel vd., 2014).

Bu çalışmanın sonuçlarının hem Kastamonu ilinde hem de benzer özellik gösteren diğer alanlarda yapılacak EA yatırımlarından en yüksek düzeyde fayda sağlanmasında karar vericilere ve EA yapmak isteyen özel girişimcilere

katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Literatürde ağaçlandırma çalışmalarının da içinde olduğu çeşitli ormancılık sorunları ile ilgili Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) gibi çok kriterli karar sistemlerinin kullanıldığı çalışmalar oldukça fazla olsa da (Pereira vd., 1993; Store ve Kangas, 2001; Yılmaz vd., 2004; Özel vd., 2014; Yılmaz ve Surat, 2015; Aguirre-Salado vd., 2015, Güngör ve Şen, 2017) ağaçlandırmalar ve özellikle EA için tür seçiminde yapılmış çok az çalışmaya (Liu ve Wang, 2006; Reubens vd., 2011) rastlanmıştır.

Bu çalışmada, Kastamonu ili potansiyel EA alanları için çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ile en uygun ağaç türü seçimi gerçekleştirilmiştir.

2. Çalışma alanı

Çalışma alanı olarak Batı Karadeniz bölgesinde bulunan Kastamonu ili seçilmiştir (Şekil 1). Kastamonu ili; Karadeniz bölgesinin batı kesiminde 41–42 kuzey enlemleri ile 33–46 doğu boylamları arasında yer alır (TKA, 2008). Yüzölçümü 1.367.133,5 ha olup Türkiye yüzölçümünün yaklaşık %1,7’sini oluşturmaktadır (KUZZKA, 2013). Kastamonu ili, kuzeyden Küre Dağları güneyden ise Ilgaz Dağları ile çevrilidir. Doğusunda Kızılırmak havzası, batısında da ise Batı Karadeniz havzası bulunmaktadır. Karadeniz kıyısında olan ilin 170 km sahil bulunmaktadır. İlin ortalama denizden yüksekliği 780 metre olup; dağlar denize paraleldir. Bu yüzden kıyılarda Karadeniz iklimi görülürken iç kısımlarda karasal iklim özellikleri görülmektedir. Oldukça dağlık olan Kastamonu’nun %65’i ormanlar ile kaplıdır ve bu oran %28,6 olan Türkiye ortalamasının da üzerindedir. Kastamonu ormanlarının %26,2’si bozuk orman niteliğindedir (OGM, 2017c).



Şekil 1. Kastamonu ilinin konumu

3. Materyal ve yöntem

3.1. Materyal

Araştırmada, Kastamonu ili potansiyel EA alanları için yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında kullanılacak 8 potansiyel ağaç türünün (PAT) ekonomik, fizyolojik, edafik ve iklimik özelliklerine dair veriler kullanılmıştır. Bu verilerin belirlenmesinde literatür ve ikincil veri kaynaklarından yararlanılmıştır.

3.2. Yöntem

Araştırma alanındaki potansiyel EA alanları, Gaddas (1976)'da belirtilen "endüstriyel orman ağaçlandırması tesisine uygunluk açılarından arazi sınıflandırması" kriterlerine göre "Çok iyi" sınıfında bulunan alanlar olarak kabul edilmiştir. Bu sınıftaki alanlar; eğim derecesi "%20 ve altında, erozyon etkisi derecesi "az", rüzgar etkisi derecesi "hafif", taşlılık derecesi "az taşlı ya da taşsız", kayalık derecesi "kayasız", taban suyu derecesi "yok ya da derin", tuzluluk derecesi "tuzsuz", toprak derinliği "91cm+", tekstür "orta, kaba ve ağır", drenaj derecesi "iyi drenajlı" ve toprak reaksiyonu (pH) "çok hafif asit – hafif alkalin pH=6,6-7,0" (Gaddas, 1976) özelliklerine sahiptir. Sıcaklık ve yağış değerleri de alan belirlemede kullanılan diğer değişkenlerdir. Ayrıca EA'ların uygulandığı 0-600 m. yükseklikte, gölgeli bakılardadır.

Çalışmanın ilk aşamasında EA'lara uygun olabilecek PAT için ön tespit yapılmış ve birçok tür tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında gerçekleştirilen literatür taraması ve uzman toplantıları sonucunda Kastamonu ili EA çalışmaları için 8 PAT'ın önceliklendirilmesi uygun görülmüştür. Bu türler; radiata çamı (*Pinus radiata* D. Don), sahil çamı (*Pinus pinaster* Aiton), duglas göknarı (*Pseudotsuga menziessii* (Mirb.) Franco), kızılğaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C. A. Mey) Yalt.) (Şimşek vd., 1985; Tunçtaner, 1998; Birler, 2009; URL-1) ve yerli türlerden kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl. subsp. *oxycarpa* (Bieb. ex Willd.) Franco & Rocha Afonso), melez türlerden I-214 melez kavak (*Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv. "I-214") ile çok hızlı yıllık artım yapan ve Türkiye'de de özellikle Akdeniz bölgesinde denemeleri yapılan okaliptus

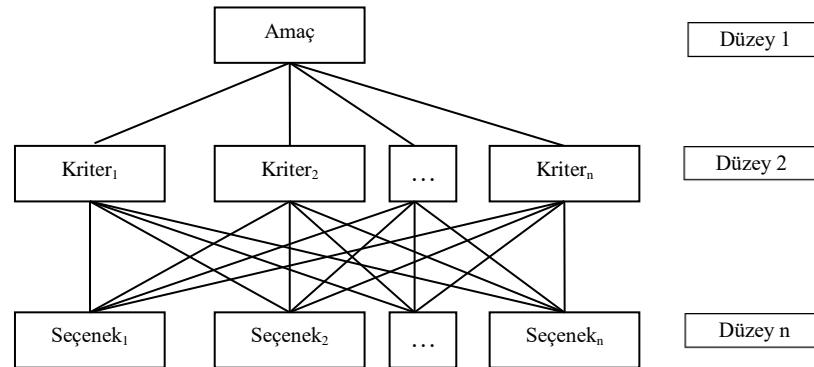
(*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) şeklinde belirlenmiştir. Üçüncü aşamada ise, belirlenen 8 PAT, AHS ile önceliklendirilmiştir. Bu kapsamında, kriterler ve alt kriterler ortaya konmuş, bu kriterler ve alt kriterler doğrultusunda türler katılımcılar tarafından önceliklendirilerek, en uygun tür belirlenmiştir.

3.2.1. Analitik hiyerarşi süreci (AHS) yöntemi

Saaty (1977; 1980) tarafından geliştirilen AHS, önceliklendirme için en yaygın kullanılan tekniklerden biridir. AHS, karmaşık karar problemlerini analiz etmede esnekliği ve yüksek etkinliği nedeniyle birçok ormancılık araştırmasında kullanılmıştır (Wilkinson ve Anderson, 1985; Mendoza vd., 1989; Kangas vd., 1993; Kangas, 1994; Diaz ve Romero, 1998; Yılmaz, 1999; Kangas vd., 2001; Yılmaz, 2004; Mendoza vd., 2005; Yılmaz, 2007; Geray vd., 2007; Dhar vd., 2008; Anderson vd., 2010; Güngör, 2011; Güngör ve Ayhan, 2016; Güngör ve Şen, 2017). Bu etkileşimli yöntem, karar vericinin (ya da karar vericilerden oluşan grubun) tercihlerini ifade etmesine ve sonuçların tartışılmasına olanak sağlamaktadır (Saaty, 2008). Genel olarak AHS, ayrıştırma prensibine, bir dizi "çift-karşılaştırma" (birbiri ile ölçütleri ve alternatifleri karşılaştırmak için kullanılan) düzenine ve tercihlerin sentez ve önceliklendirilmesi ilkesine dayanır (Saaty, 1995). Bu yöntem aynı zamanda kriterlere ve alt kriterlere (göstergelere) de öncelikler atamak için kullanılır (Mendoza vd., 1989; Mendoza ve Prabhu, 2000a; 2000b).

3.2.2. AHS karar hiyerarşisinin oluşturulması

AHS karar hiyerarşisinin oluşturulmasında en üst düzeye, problemin genel amacının yerleştirilmesi ile başlanır. Daha sonra alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan kriterler tespit edilir ve bu kriterler, hiyerarşik bir yapıda düzenlenir. Bu hiyerarşide kriterlerden oluşan bir düzey ve her bir kriterin alt kriterlere ayrıldığı düzey veya düzeyler bulunur. Hiyerarşinin en alt düzeyine problemin karar alternatiflerinin yerleştirilmesi ile hiyerarşi oluşturma süreci tamamlanır. AHS'de, amaç, kriter ve alt kriter seviyeleri ile seçeneklerden oluşan bir karar hiyerarşisi oluşturulur (Şekil 2) (Saaty, 1980; 1995; 2008).



Şekil 2. Amaç, kriterler ve seçeneklerden oluşan basit bir AHS karar hiyerarşisi

3.2.3. AHS kriter ve alt kriterlerinin belirlenmesi

Araştırma konusuyla ilgili bilimsel çalışmalar ve dokümanlar incelenerek her bir ilgi grubunun PAT önceliklerini belirlemede kullanılacak kriterler ve alt kriterler saptanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3'e göre AHS karar hiyerarşisinde Düzey 3'de kullanılacak kriterler; *fizyolojik, edafik, iklimik, ekonomik kriterler* şeklinde dört ana başlıkta toplanmış ve Düzey 4'de her bir kriterle ilişkin alt kriterler geliştirilmiştir. Kriterlerin ve alt kriterlerin kapsamı ve tanımı yapılarak anlaşılması, uygulanması ve nicel olarak hesaplanması kolay hale getirilmiştir.

3.2.4. AHS'de ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması ve üstünlükler

AHS'de kriter ve alt kriterlere ilişkin öncelikler belirlendikten sonra kriterlerin ve alt kriterlerin kendi aralarında önem derecelerinin belirlenmesi için 1 numaralı formülde gösterilen ($n \times n$) ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur (Saaty, 1995) ve kriterler veya alternatifler ikili olarak karşılaştırılır.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{21} & a_{31} & \dots & a_{n1} \\ \frac{1}{a_{21}} & 1 & a_{32} & \dots & a_{n2} \\ \frac{1}{a_{31}} & \frac{1}{a_{32}} & 1 & \dots & a_{n3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & \frac{1}{a_{n3}} & \dots & 1 \end{bmatrix}_{n \times n} \quad (1)$$

1 numaralı formülde yer alan her bir ölçütün, amaca katkısının göreceli önemleri ile her bir hedefin ölçütler yönünden üstünlükleri, yargılar yolu ile ikili karşılaştırmalarda belirlenir (Saaty, 1995) (Çizelge 4).

3.2.5. AHS'de öz vektörün (Görelî önem vektörünün) belirlenmesi

İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasından sonraki adım, ilgili matristeki her bir ögenin diğer öğelere

göre önemini gösteren öz vektörün hesaplanmasıdır (Sipahioğlu, 2008). Matrisin $n \times 1$ boyutunda öz vektörü şu şekilde belirlenmektedir (Formül 2):

$i=1, 2, 3, \dots, n$ ve $j=1, 2, 3, \dots, n$ olmak üzere;

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad w_i = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{n} \quad (2)$$

Kriterlerin yüzde önem dağılımlarını belirlemek için $W=[w_i]_{n \times 1}$ şeklindeki sütun vektörlerinin hesaplanması gerekmektedir. W sütun vektörü, 2 numaralı formülde belirtilen b_{ij} değerlerinin meydana getirdiği matrisin satır elemanlarının aritmetik ortalamasından elde edilir.

3.2.6. AHS'de öz vektörün tutarlılığı

İkili karşılaştırma matrislerinin her biri için tutarlılık oranı (CR) hesaplanır (Formül 3). Bu oran için 0,10 üst limiti olması istenir. Oranın 0,10'un üstünde olması, karar vermede tutarsızlık olduğunu ifade eder. Bu durumda, yargılarda iyileştirme gereklidir. A matrisinin en büyük özvektörü (λ_{max}) hesaplanarak CR değerine ulaşılır (Formül 4).

$i=1, 2, 3, \dots, n$ ve $j=1, 2, 3, \dots, n$ olmak üzere,

$$D = [a_{ij}]_{n \times n} \times [w_i]_{n \times 1} = [d_i]_{n \times 1} \quad (3)$$

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{w_i}}{n} \quad (4)$$

Rassallık indeksi (RI), tutarlılık oranının hesaplanması için ihtiyaç duyulan bir başka değerdir. Çizelge 5'de, sabit sayılardan meydana gelen ve n değerine göre belirlenen RI değerleri yer almaktadır (Güner, 2005). 5 numaralı formüle göre CR değeri hesaplanır.

$$CR = \frac{\lambda - n}{(n-1).RI} \quad (5)$$

Çizelge 3. AHS'de kriterler ile alt kriterlere ilişkin öncelikler

Kriterler	Fizyolojik	Edafik	Klimatik	Ekonomik
1	Orta Ağaç Çapı (cm)	Toprak İsteği (Organik Maddece Zenginliği)	Ortalama Yaz Sıcaklığı İsteği (C ⁰)	Ağaçlandırma Bedeli (1 ha)
Alt Kriterler	2 Yıllık Ort. Artım (m ³ /ha/yıl)	Yetiştirme Ortamı	Dayanabildiği En Düşük Sıcaklık (C ⁰)	Tomruk Satış Fiyatı Ort. (m ³ /TL)
3	Hacim (m ³ /ha)	Su/Nem İsteği	İklim Tipi İsteği	İdare Süresi (yıl)
4		Yaşayabileceği Max Yükseklik (m)	Işık İsteği	

Çizelge 4. AHS'de önem ölçeği

Sayısal Değer	Tanımlama
1	1. öge 2.'ye göre eşit önemde, kayıtsız.
3	1. öge 2.'ye göre biraz daha önemli
5	1. öge 2.'ye göre fazla önemli.
7	1. öge 2.'ye göre çok fazla önemli.
9	1. öge 2.'ye göre aşırı derecede önemli.
2,4,6,8	Önem açısından ara değerler

Çizelge 5. Rassallık indeksi

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

3.2.7. AHS için görüşme yapılacak kişi sayılarının belirlenmesi

Anakütlenin dağılımına bakılmaksızın, $n \geq 30$ için örneklem ortalaması yaklaşık olarak normal dağılmaktadır. Eğer anakütle normal dağılıma sahipse, örneklem büyüklüğünden bağımsız olarak örneklem ortalaması normal dağılmaktadır (Toscano vd., 2001). Uygulamada anakütle ne şekilde dağılmış olursa olsun, $n \geq 30$ olduğunda örneklem dağılımının normal dağılıma yakınsadığı görülmüştür (Armutlulu, 2008). Bu kapsamda, AHS hiyerarşisinde Düzey 3 ve 4'de PAT önceliklerini belirlemede kullanılacak kriter ve alt kriterlerin ağırlıklarını saptamak amacıyla esas alınan üç ilgi grubunun (1. Yerel Halk, 2. Kamu Kurumları ve 3. Özel Sektör) her birinden 30 kişi olmak üzere toplamda 90 kişi ile anket yapılmıştır. Bu amaçla Kastamonu merkez ve ilçelerinden *katmanlı-basit rasgele örnekleme* yöntemine (Kalıpsız, 1994) göre anket yapılacak bireyler belirlenmiştir.

3.2.8. Anket formlarının hazırlanması ve uygulanması

AHS analizi gereği her bir düzey için farklı bilgi ve anket formları hazırlanmış ve araştırmacılar tarafından yüz-yüze görüşme usulüyle uygulanmıştır. Düzey 2'de ilgi gruplarının önem düzeylerini belirlemek amacıyla kamu kurumları, özel sektör ve yerel halkların kapsam ve tanımları ile ikili karşılaştırma ölçekleri oluşturulmuştur. Düzey 3'de *fizyolojik, edafik, iklimik, ekonomik kriterlerin* ve Düzey 4'de yer alan alt kriterlerin önem düzeylerini belirlemek için, söz konusu kriterlerin ve alt kriterlerin kapsam ve tanımları ile *İkili Karşılaştırma Ölçeği*ni içeren bilgiler belirtilmiştir. Hazırlanan bilgi formu ve anketler PAT için belirlenen kriter ve alt kriterlere göre önceliklendirilmesi amacıyla her bir ilgi grubuna sunulmuştur. Bu sayede Düzey 5'de yer alan PAT'lar önceliklendirilerek en uygun ağaç türü belirlenmiştir.

3.2.9. AHS hesaplamaları

Bu aşamada hiyerarşik yapıdaki n tane ölçütün her birinin meydana getirdiği $m \times 1$ boyutundaki üstünlük sütun vektörleri bir araya getirilerek $m \times n$ boyutundaki DW karar matrisi oluşturulur (Formül 6). Elde edilen matrisin ölçütler arası W üstünlük vektörü ile çarpımı sonucunda R sonuç vektörüne ulaşılır (Formül 7).

$i=1, 2, 3, \dots, m$ ve $j=1, 2, 3, \dots, n$ olmak üzere,

$$DW = [w_{ij}]_{m \times n} \quad (6)$$

$$R = DW \times W \quad (7)$$

AHS'de alt kriter, kriter ve ilgi gruplarının ve dolayısıyla PAT önceliklerinin nasıl hesaplandığını açıklamak amacıyla AHS hesaplama matrisinin teorik yapısı oluşturulmuş (Çizelge 6) ve bu teorik yapıya dayanarak her bir düzey için gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Bu amaçla görüşme yapılan ilgi gruplarından elde edilen AHS anket formları bilgisayar ortamına girilmiştir. Her bir ilgi grubuna yönelik Microsoft Excel çalışma sayfaları düzenlenerek AHS analizinde kullanılan özet veri setleri oluşturulmuştur. Böylece AHS hiyerarşisinin en alt düzeyinden (Düzey 5) başlayarak yukarıya doğru, her bir düzeyde elde edilen önem (öncelik) düzeyi değerleri bir üstündeki önem düzeyi değerleri ile çarpılmak suretiyle Düzey 1'de belirtilen amaca ulaşılmıştır.

4. Bulgular ve tartışma

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen AHS bulguları derlendiğinde EA'lar için önemli sonuçlar elde edilmiştir. Kamu kurumları, özel sektör ve yerel halkın katılımı ile gerçekleştirilen çalışmada, EA alan sınıflamasında Kastamonu ilindeki "çok iyi" sınıfında olan potansiyel alanlar için 8 PAT (radiata çamı, sahil çamı, duglas göknarı, kızılbaş, kızılçam, dişbudak, I-214 melez kavak, okaliptus) için 4 farklı değerlendirme kriteri (ekonomik, edafik, fizyolojik, iklimik) ve 14 alt kriter belirlenmiştir. Elde edilen veriler AHS ile analiz edilerek EA alanları için uygulanacak tür önceliklendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Böylelikle hem 4 farklı kriter ve alt kriterlerin aynı anda değerlendirilmesi yapılmış hem de tüm ilgi gruplarının öncelikleri gözetilerek sonuca varılmış ve optimum çözüm bulunmuştur.

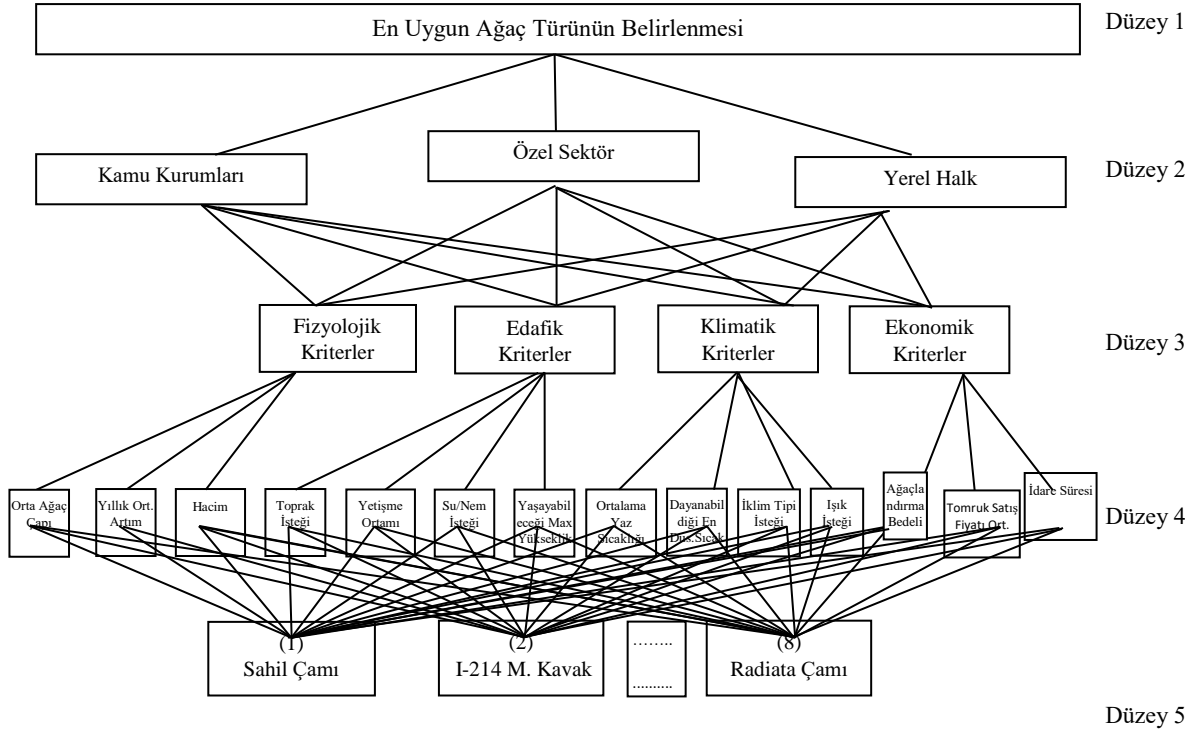
Kastamonu ili potansiyel EA alanları için belirlenen türler içerisinde en uygununun seçimine yönelik yapılan AHS analiz sonuçları Şekil 3-5 ve Çizelge 7-13'de gösterilmiştir.

Çizelge 7'de görüldüğü üzere PAT'ların önceliklendirilmesinde görüşleri en etkili olan grup özel sektör olmuştur. Bunu sırası ile kamu kurumları ve yerel halk izlemektedir.

Çizelge 8 ve Şekil 4'den de anlaşılacağı üzere PAT seçiminde, ilgi grupları tercihlerinin farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Kamu kurumları ekseriyetle fizyolojik kriterlere öncelik verirken, özel sektör ve yerel halk ekonomik kriterleri öne çıkarmaktadır. Tüm ilgi grupları en az öncelik değerini edafik kriterine vermiştir. EA'larda bir projenin geri dönüşüm oranı oldukça önemlidir. Yapılan faaliyetler ve bütçeleme de ekonomik fizibilite ile yakın ilişkilidir. Bu nedenle yapılan yatırımların ne kadar sürede geri döneceği hem yatırım yapan özel sektör hem de bu projelerde istihdam edilecek yerel halk açısından oldukça önemlidir. Kamusal yaklaşımda ise birinci öncelik kar yerine toplumsal sorumluluklardır. Ayrıca proje başarısı için de ağaçlandırma sahalılarının fizyolojik özelliklerinin yatırıma uygun olması gereklidir. Bu nedenle EA'ya tüm ilgi grupları farklı açıdan hassasiyet göstermiştir.

Çizelge 6. AHS hesaplama matrisinin teorik yapısı

Türler	FİZYOLOJİK (V _{FİZ})			EDAFİK (V _{EDA})				KLİMATİK (V _{KLM})				EKONOMİK (V _{EKO})				Toplam Bileşik Önem (Kamu)	Toplam Bileşik Önem (Özel S.)	Toplam Bileşik Önem (Y. Halk)	BÜO Saha Öncelikleri (Bileşik Önem) (Genel)				
	Orta Ağaç Çapı (cm)	Yıllık Ort. Artım (m ³ /ha/yıl)	Hacim (m ³ /ha)	Bileşik Önem 1				Bileşik Önem 2				Bileşik Önem 3								Bileşik Önem 4			
	V ₁	V ₂	V ₃	Toprak İsteği (Organik Maddece Zenginliği)	Yetiştirme Ortamı	Su/Nem İsteği	Yaşayabileceği Max Yükseklik (m)		Ortalama Yaz Sıcaklığı İsteği (C0)	Dayanabildiği En Düşük Sıcaklık (C0)	İklim Tipi İsteği	İşık İsteği		Ağaçlandırma Bedeli (1 ha)	Tomruk Satış Fiyatı Ort. (m ³ /TL)	İdare Süresi (yıl)		V _K	V _Ö	V _Y			
(1) Sahil Çamı	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃	A ₁₁	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃	a ₁₄	A ₁₂	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃	a ₁₄	A ₁₃	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃	A ₁₄	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T _{SAHİL Ç.}	
(2) I-214 M. Kavak	a ₂₁	a ₂₂	a ₂₃	A ₂₁	a ₂₁	a ₂₂	a ₂₃	a ₂₄	A ₂₂	a ₂₁	a ₂₂	a ₂₃	a ₂₄	A ₂₃	a ₂₁	a ₂₂	a ₂₃	A ₂₄	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₃	T _{I-214 M. KAV}	
...
(8) Radiata Çamı	a ₈₁	a ₈₂	a ₈₃	A ₈₁	a ₈₁	a ₈₂	a ₈₃	a ₈₄	A ₈₂	a ₈₁	a ₈₂	a ₈₃	a ₃₄	A ₈₃	a ₈₁	a ₈₂	a ₈₃	A ₈₄	T ₈₁	T ₈₂	T ₈₃	T _{RADIATA Ç.}	
FİZYOLOJİK KRİTERLER İTİBARIYLA BİLEŞİK ÖNEM 1									İLGİ GRUPLARI İÇİN TOPLAM BİLEŞİK ÖNEM (PAT ÖNCELİKLERİ)														
(1) Sahil Çamı İçin Bileşik Önem 1 (A ₁₁) = a ₁₁ x V ₁ + a ₁₂ x V ₂ + a ₁₃ x V ₃ + a ₁₄ x V ₄									(1) Sahil Çamı İçin = A ₁₁ x V _{FİZ} + A ₁₂ x V _{EDA} + A ₁₃ x V _{KLM} + A ₁₄ x V _{EKO} = T ₁₁														
(2) I-214 M. K. İçin Bileşik Önem 1 (A ₂₁) = a ₂₁ x V ₁ + a ₂₂ x V ₂ + a ₂₃ x V ₃ + a ₂₄ x V ₄									(2) I-214 Melez Kavak İçin = A ₂₁ x V _{FİZ} + A ₂₂ x V _{EDA} + A ₂₃ x V _{KLM} + A ₂₄ x V _{EKO} = T ₂₁														
.....																						
(8) Radiata Çamı İçin Bileşik Önem 1 (A ₈₁) = a ₈₁ x V ₁ + a ₈₂ x V ₂ + a ₈₃ x V ₃ + a ₈₄ x V ₄									(8) Radiata Çamı İçin = A ₈₁ x V _{FİZ} + A ₈₂ x V _{EDA} + A ₈₃ x V _{KLM} + A ₈₄ x V _{EKO} = T ₈₁														
EDAFİK KRİTERLER İTİBARIYLA BİLEŞİK ÖNEM 2									(1) Sahil Çamı İçin = A ₁₁ x V _{FİZ} + A ₁₂ x V _{EDA} + A ₁₃ x V _{KLM} + A ₁₄ x V _{EKO} = T ₁₂														
(1) Sahil Çamı İçin Bileşik Önem 2 (A ₁₂) = a ₁₁ x V ₁ + a ₁₂ x V ₂ + a ₁₃ x V ₃ + a ₁₄ x V ₄																						
.....									(8) Radiata Çamı İçin = A ₈₁ x V _{FİZ} + A ₈₂ x V _{EDA} + A ₈₃ x V _{KLM} + A ₈₄ x V _{EKO} = T ₈₂														
(8) Radiata Çamı İçin Bileşik Önem 2 (A ₈₂) = a ₈₁ x V ₁ + a ₈₂ x V ₂ + a ₈₃ x V ₃ + a ₈₄ x V ₄									(1) Sahil Çamı İçin = A ₁₁ x V _{FİZ} + A ₁₂ x V _{EDA} + A ₁₃ x V _{KLM} + A ₁₄ x V _{EKO} = T ₁₃														
KLİMATİK KRİTERLER İTİBARIYLA BİLEŞİK ÖNEM 3																						
(1) Sahil Çamı İçin Bileşik Önem 3 (A ₁₃) = a ₁₁ x V ₁ + a ₁₂ x V ₂ + a ₁₃ x V ₃ + a ₁₄ x V ₄									(8) Radiata Çamı İçin = A ₈₁ x V _{FİZ} + A ₈₂ x V _{EDA} + A ₈₃ x V _{KLM} + A ₈₄ x V _{EKO} = T ₈₃														
.....									Genel (1) Sahil Çamı = T ₁₁ x V _K + T ₁₂ x V _Ö + T ₁₃ x V _Y = T _{SAHİL Ç.}														
(8) Radiata Çamı İçin Bileşik Önem 3 (A ₈₃) = a ₈₁ x V ₁ + a ₈₂ x V ₂ + a ₈₃ x V ₃ + a ₈₄ x V ₄																						
EKONOMİK KRİTERLER İTİBARIYLA BİLEŞİK ÖNEM 4									Genel (8) Radiata Çamı = T ₈₁ x V _K + T ₈₂ x V _Ö + T ₈₃ x V _Y = T _{RADIATA Ç.}														
(1) Sahil Çamı İçin Bileşik Önem 4 (A ₁₃) = a ₁₁ x V ₁ + a ₁₂ x V ₂ + a ₁₃ x V ₃ + a ₁₄ x V ₄																							
.....																							
(8) Radiata Çamı İçin Bileşik Önem 4 (A ₈₃) = a ₈₁ x V ₁ + a ₈₂ x V ₂ + a ₈₃ x V ₃ + a ₈₄ x V ₄																							



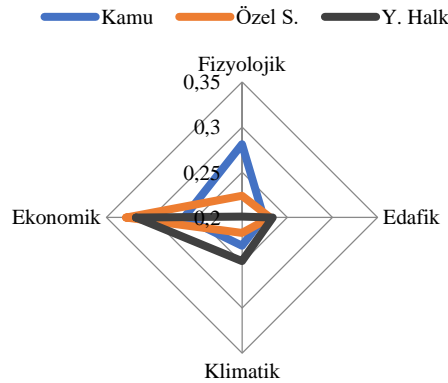
Şekil 3. En uygun ağaç türünün belirlenmesine yönelik AHS karar hiyerarşisi

Çizelge 7. İlgili gruplarının öncelik değerleri ve sıralaması

İlgili Grupları	Öncelik Değeri	Sıralama
Kamu Kurumları	0,332	2
Özel Sektör	0,401	1
Yerel Halk	0,267	3
<i>Tutarlılık Oranı</i>	<i>0,091</i>	

Çizelge 8. İlgili gruplarına göre kriterlerin öncelik değerleri

Kriterler	İlgili grupları			Genel	Sıralama
	Kamu kurumları	Özel sektör	Yerel halk		
Fizyolojik	0,281	0,224	0,201	0,235	2
Edafik	0,224	0,231	0,234	0,230	4
Klimatik	0,231	0,217	0,248	0,232	3
Ekonomik	0,264	0,328	0,317	0,303	1
<i>Tutarlılık Oranı</i>	<i>0,081</i>	<i>0,083</i>	<i>0,071</i>	<i>0,078</i>	



Şekil 4. AHS karar hiyerarşisinde ilgili gruplarının kriterlere verdiği önem düzeyleri

Çizelge 9’da görüldüğü üzere, 8 PAT arasında fizyolojik alt kriterler açısından genel sıralamada 0,180 ile ilk önceliği sahil çamı almaktadır. Daha sonra 0,154 ile I-214 melez kavak ve 0,144 ile radiata çamı gelmektedir.

Çizelge 10 incelendiğinde, edafik alt kriterler açısından yapılan değerlendirmede ise, genel sıralamaya göre kızılçam 0,179 ile ilk öncelikte yer almıştır. Onu sırasıyla 0,169 ile dişbudak ve 0,161 ile sahil çamı izlemektedir (Çizelge 10).

Çizelge 11bize Klimatik alt kriterlere göre 0,152 ile ilk sırada radiata çamının, 2. ve 3. sırada ise Dibudak ve melez kavağın geldiğini göstermektedir.

Çizelge 12 incelendiğinde Ekonomik alt kriterlere göre de 0,152 ilk sırada duglas göknarının olduğu görülmektedir. 2. ve 3. sırada ise dişbudak ve radiata çamı gelmektedir.

Kriterler ve alt kriterlere yönelik değerlendirmeler göstermiştir ki her bir kriter için bulunan genel öncelik değerleri birbirinden farklıdır. Keza her bir kriter kendi özelliği doğrultusunda PAT’ları önceliklendirmektedir. Dolayısıyla ortaya çıkan bu tablo yadırganmamalıdır.

Çizelge 9. İlgili gruplarına göre Fizyolojik alt kriterlerin öncelik değerleri

PAT	Fizyolojik Alt Kriterler			Genel	Sıralama
	Orta Ağaç Çapı (cm)	Yıllık Ort. Artım (m ³ /ha/yıl)	Hacim (m ³ /ha)		
Sahil Çamı	0,192	0,192	0,162	0,180	1
I-214 Melez Kavak	0,174	0,174	0,121	0,154	2
Kızılçam	0,144	0,144	0,120	0,135	4
Okaliptus	0,089	0,089	0,074	0,083	7
Dişbudak	0,108	0,108	0,162	0,129	5
Duglas Göknarı	0,070	0,070	0,078	0,073	8
Kızılağaç	0,084	0,084	0,130	0,102	6
Radiata Çamı	0,138	0,138	0,153	0,144	3
<i>Tutarlılık Oranı</i>	<i>0,088</i>	<i>0,081</i>	<i>0,079</i>	<i>0,083</i>	

Çizelge 10. İlgili gruplarına göre Edafik alt kriterlerin öncelik değerleri

Edafik Alt Kriterler	Edafik Alt Kriterler				Genel	Sıralama
	Toprak İsteği (Organik Maddece Zenginliği)	Yetiştirme Ortamı	Su/Nem İsteği	Yaşayabileceği Max Yükseklik (m)		
Sahil Çamı	0,176	0,192	0,200	0,075	0,161	3
I-214 Melez Kavak	0,176	0,038	0,067	0,124	0,106	6
Kızılçam	0,176	0,192	0,200	0,149	0,179	1
Okaliptus	0,059	0,077	0,067	0,075	0,069	8
Dişbudak	0,059	0,192	0,200	0,248	0,169	2
Duglas Göknarı	0,118	0,115	0,067	0,155	0,114	5
Kızılağaç	0,059	0,038	0,067	0,124	0,072	7
Radiata Çamı	0,176	0,154	0,133	0,050	0,130	4
<i>Tutarlılık Oranı</i>	<i>0,089</i>	<i>0,073</i>	<i>0,072</i>	<i>0,079</i>	<i>0,078</i>	

Çizelge 11. İlgili gruplarına göre Klimatik alt kriterlerin öncelik değerleri

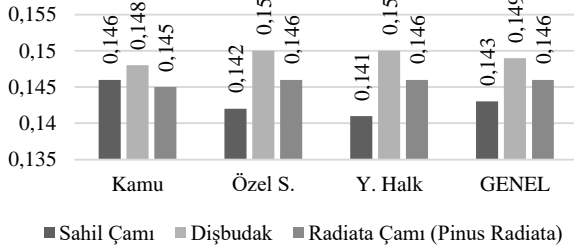
Edafik Alt Kriterler	Klimatik Alt Kriterler İlgili				Genel	Sıralama
	Ortalama Yaz Sıcaklığı İsteği (C ⁰)	Dayanabildiği En Düşük Sıcaklık (C ⁰)	İklim Tipi İsteği	Işık İsteği		
Sahil Çamı	0,235	0,158	0,059	0,043	0,125	6
I-214 Melez Kavak	0,059	0,158	0,235	0,087	0,137	3
Kızılçam	0,118	0,158	0,059	0,087	0,106	7
Okaliptus	0,059	0,105	0,059	0,087	0,078	8
Dişbudak	0,059	0,158	0,176	0,174	0,142	2
Duglas Göknarı	0,176	0,053	0,118	0,174	0,128	5
Kızılağaç	0,118	0,105	0,176	0,130	0,132	4
Radiata Çamı	0,176	0,105	0,118	0,217	0,152	1
<i>Tutarlılık Oranı</i>	<i>0,089</i>	<i>0,073</i>	<i>0,072</i>	<i>0,079</i>	<i>0,078</i>	

Çizelge 12. İlgili gruplarına göre Ekonomik alt kriterlerin öncelik değerleri

PAT	Ekonomik Alt Kriterler			Genel	Sıralama
	Ağaçlandırma Bedeli (1 ha)	Tomruk Satış Fiyatı Ort. (m ³ /TL)	İdare Süresi (yıl)		
Sahil Çamı	1	0,079	0,134	0,113	5
I-214 Melez Kavak	0,133	0,090	0,064	0,096	7
Kızılçam	0,124	0,077	0,160	0,122	4
Okaliptus	0,125	0,052	0,053	0,078	8
Dişbudak	0,124	0,127	0,214	0,156	2
Duglas Göknarı	0,123	0,239	0,160	0,172	1
Kızılağaç	0,124	0,097	0,107	0,110	6
Radiata Çamı	0,123	0,239	0,107	0,154	3
<i>Tutarlılık Oranı</i>	<i>0,091</i>	<i>0,088</i>	<i>0,089</i>	<i>0,089</i>	

Çizelge 13. İlgi grupları itibariyle PAT öncelikleri

PAT	Kamu Kurumları		Özel Sektör		Yerel Halk		Genel (Tüm İlgi grupları)	
	Öncelik Değ.	Sıra	Öncelik Değ.	Sıra	Öncelik Değ.	Sıra	Öncelik Değ.	Sıra
Sahil Çamı	0,146	2	0,142	3	0,141	3	0,143	3
I-214 Melez Kavak	0,124	5	0,120	6	0,120	6	0,121	6
Kızılcım	0,135	4	0,135	4	0,134	4	0,135	4
Okaliptus	0,077	8	0,077	8	0,077	8	0,077	8
Dişbudak	0,148	1	0,150	1	0,150	1	0,149	1
Duglas Göknarı	0,121	6	0,127	5	0,128	5	0,125	5
Kızılağaç	0,104	7	0,104	7	0,105	7	0,104	7
Radiata Çamı	0,145	3	0,146	2	0,146	2	0,146	2
<i>Tutarlılık Oranı</i>	0,082		0,074		0,077		0,078	



Şekil 5. İlgi grupları itibariyle ilk üç öncelikteki PAT'ın grafik gösterimi

Çizelge 13 ve Şekil 5 incelendiğinde, AHS ile yapılan analiz sonucunda, ilgi gruplarının tümünde PAT önceliğini dişbudak türünün aldığı görülmektedir. Keza her bir ilgi grubunda öncelik değeri değişse bile birinci sıralamada olan tür her ilgi grubunda dişbudak olmuştur. Radiata çamı ise kamu kurumları hariç diğer iki ilgi grubunda ve genel değerlendirmede ikinci sırada, sahil çamı da benzer şekilde üçüncü sırada yer almıştır. Sıralamada son sıralarda ise kızılğaç ve okaliptus vardır. İlgi gruplarının tümünde ve genel ortalamada ilk üç sıradaki PAT; dişbudak, sahil çamı ve radiata çamı olarak belirlenmiştir.

Ağaç türü seçimlerinde yapılan benzer bazı çalışmalarda bulunmaktadır. Çin'de yapılan bir çalışmada da EA için yapılan tür seçiminde artım, adaptasyon, dikim özellikleri ve ekonomik özellikler ağaç türü seçiminde belirlenen kriterler olmuştur. Saha araştırmaları ve literatür taraması sonucunda belirlenen 20 ağaç türü üzerinden yapılan AHS analiz sonucuna göre güneybatı Zhejiang bölgesi için *Toona ciliate* var. *pubescens*, *Choerospondias axillaris*, *Toona sinensis*, *Alnus cremastogyne* ve *Populus deltoides* EA için uygun türler olarak belirlenmiştir (Liu ve Wang, 2006). Çok kriterli karar sistemleri ile Kuzey Etyopya yaylaları için yapılan bir başka çalışmada da yerel ağaçlandırma çalışmalarının, çok çeşitli işlevleri yerine getiren türlere odaklanması gerektiğini belirtmektedir. Çalışmada potansiyel olarak değerli olan 91 tür içerisinde yerel ve ekolojik bilgiler ışığında belirlenen 45 özneliğe göre yapılan analiz sonucunda, *Cordia africana*, *Dodonaea angustifolia*, *Eucalyptus spp.*, *Acacia abyssinica*, *Acacia saligna*, *Olea europaea* ve *Faidherbia albida* türleri alanda yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında öncelikli türler olarak belirlenmişlerdir (Reubens vd., 2011).

5. Sonuçlar ve öneriler

Yoğun endüstriyel gelişim ve nüfus artışına bağlı olarak ormanlar üzerindeki artan baskı ve iklim değişikliği gibi sorunlar ormanların korunması ve geliştirilmesinin gerekliliğini oldukça önemli hale getirmiştir. Bu nedenle EA'lar artık stratejik bir öneme sahiptir. Doğal ormanların ve fonksiyonlarının korunması aynı zamanda odun talebinin karşılanması için EA yatırımları artırılarak geliştirilmesi gerekmektedir.

Kastamonu ili potansiyel endüstriyel ağaçlandırma alanları için kamu, özel sektör ve yerel halkın görüş ve isteklerinin ele alınarak en uygun türün belirlenmesi amacı ile yapılan AHS analizi sonucunda, sahil çamı, melez kavak, kızılçım, okaliptus, dişbudak, duglas göknarı, kızılğaç ve radiata çamı türleri arasında yapılan önceliklendirmede dişbudak bu alanlar için ilk öncelikli tür olarak belirlenmiştir. Kastamonu ili sınırları içerisinde yapılacak EA yatırımlarında öncelikli olarak dişbudak, radiata çamı ve sahil çamının kullanılması yatırımlardan elde edilecek faydanın maksimize edilmesini sağlayacaktır.

EA yatırımlarının istihdama katkısı, kısa idare süreleri ile işletilmesi gibi özellikleri nedeniyle ekonomiye yapacağı pozitif katkı oranı yüksektir. Bu kapsamda yatırımların özellikleri bakımından en yüksek verimin alınabilmesi için gerekli olan en uygun tür seçiminin AHS ve benzer metotlarla her yöre için analiz edilmesi ve en uygun türlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu analizlerin uygulanmasıyla birçok faktör dikkate alınmakta ve farklı ilgi gruplarının öncelikleri de değerlendirilebilmektedir. Bu ve benzer çalışmalar göstermektedir ki hem EA'larda hem de diğer ağaçlandırma çalışmalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılması araştırmanın başarısını ve tutarlılığını arttırmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma, Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (KÜ-BAP 01/ 2015-33). FPS COST Action FP1403 Non-native tree species for european forests - experiences, risks and opportunities (NNEXT).

Kaynaklar

- Aguirre-Salado, C.A., Valdéz-Lazalde, J.R., Sánchez-Díaz, G., Miranda-Aragón, L., Aguirre-Salado, A.I., 2015. Modelling site selection for tree plantation establishment under different decision scenarios. *Journal of Tropical Forest Science*, 27(3): 298-313.
- Akalp, T., 1982. Orman hasılatı ve biyometri kürsüsünce hızlı gelişen türler üzerine yürütülmüş araştırmalar. Türkiye’de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Sempozyumu, 21-27 Eylül 1982, Ankara, s. 231-237.
- Anderson, R.E., Babin, B.J., Black, W.C., Hair, J.F.Jr., 2010. *Multivariate Data Analysis: A Global Perspective*. Pearson Education. New York.
- Anonim, 2001. Ormancılık özel ihtisas komisyonu raporu. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, DPT Yayınları, 2531/547.
- Armutlu, İ.H., 2008. *İşletmelerde Uygulamalı İstatistik*, Alfa, İstanbul.
- Ayan, S., Sivacioglu, A., 2006. Review of the fast growing forest tree species in Turkey. *Boletín del CIDEU*, 2, 57-71.
- Birler, A.S., 1998. Endüstriyel Plantasyonlar (Orman Ağaçları Tarımı). Çevre ve İnsan. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayınları, Anadolu Üniversitesi, 1017: 175-188.
- Birler, A.S., 2009. Endüstriyel Orman Ağaçlandırmaları. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın, 4: 256.
- Boydak, M., Çalışkan, S., 2014. Ağaçlandırma, Ormancılık Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı, ISBN: 978-975-93943-8-7, İstanbul.
- Brockhause, M., Botoni, E., 2009. Ecosystem services-local benefits, global impacts. *Rural 21 The International Journal for Rural Development*, 43(1/2009): 8-32.
- ÇEM, 2017. Orman tesis çalışmaları. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara. http://www.cem.gov.tr/EROZYON/FILES/İSTATİSTİK_LER2016/ORMAN%20TES%20C4%B0S%20C3%87A_LI%C5%9EMALARI/RES%20C4%B0S-GRAF%C4%B0K.PDF, Erişim: 12.01.2018
- Con, E., Fındık, S., Gem, E., Yener, Y., Korkmaz, M., Ateşoğlu, A., vd., 2013. Potansiyel ağaçlandırma sahaları veritabanı ile havza izleme sisteminin geliştirilmesi projesi” mevcut durum analizi ve ihtiyaçların tespiti teknik danışmanlık hizmeti. CEM-PRJ-Model İhtiyaç Analizi Raporu, Proje Kodu: Y401-G500000, TÜBİTAK-BİLGEM, Kocaeli. http://www.gonder.org.tr/wp-content/uploads/2014/06/CEM-PRJ-ModelİhtiyaçAnalizi_Raporu.pdf, Erişim: 07.01.2018
- Diaz-Balteiro, L., Romero, C., 1998. Modeling timber harvest scheduling problems with multiple criteria: an application to Spain. *Forest Science*, 44(1): 47-57.
- Dhar, A., Ruprecht, H., Vacik, H., 2008. Population viability risk management (PVRM) for in situ management of endangered tree species—a case study on a *Taxus baccata* L population. *Forest Ecology and Management*, 255: 2835–2845.
- Eyüpoğlu, A.K., Atasoy, H., 1986. Doğu Karadeniz Bölgesinde Hızlı Büyüyen Bazı Ağaç Türleri Eliminasyon Denemesi Sonuçları. Ağaçlandırma Araştırmaları, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayını, Teknik Bülten, 162-163: 31-61.
- FAOSTAT, 2017. *Forest Land*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/GF>, Accessed: 11.01.2018
- Gaddas, R.R., 1976. Industrial forestry plantations Turkey, selection and evaluation of sites for mechanized industrial plantations in Turkey. FO: DP/TUR/71/121 Working Document No.25, UNDP, FAO of the United Nations. Rome, Italy.
- Geray, A.U., Şafak, İ., Yılmaz, E., Kiracıoğlu, Ö., Başar, H., 2007. İzmir İlinde Orman Kaynaklarına İlişkin İşlev Önceliklerinin Belirlenmesi. Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayın No: 46, Teknik Bülten No:35: 137.
- Güner, H., 2005. Bulanık AHP ve bir işletme için tedarikçi seçimi probleminin uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Güngör, E., 2011. Orman kaynaklarının bütünleşik işlevsel yönetim planlaması. Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Güngör, E., Ayhan, A. B., 2016. Bartın yöresi orman kaynaklarının bal üretim potansiyeli ve ekonomik değeri. *Turkish Journal of Forestry*, 17(1): 108-116.
- Güngör, E., Şen, G., 2017. Determination of honey production forest field selection with analytic hierarchy process (AHP). IV. International Multidisciplinary Congress of Euroasia (IMCOFE), 23-25 August, Rome, Italy. Available at: http://www.imcofe.org/2017/roma/Download/imcofe_V_7.pdf
- Gürses, M.K., 1990. Dünya’da ve Türkiye’de okaliptus, kavak ve hızlı Gelişen yabancı tür olanaklarının araştırılması. *Araştırma Enstitüsü Dergisi* 1990/1: 1-19.
- Kalıpsız, A., 1994. *Statistical Methods*. IU Forestry Faculty Publication, 294:1994: 211, İstanbul.
- Kangas, J., 1994. An approach to public participation in strategic forest management planning. *Forest Ecology and Management*, 70(1): 75-88.
- Kangas, J., Kuusipalo, J., 1993. Integrating biodiversity into forest management planning and decision-making. *Forest Ecology and Management*, 61(1): 1-15.
- Kangas, J., Pesonen, M., Kurttila, M., Kajanus, M., 2001. A’WOT: Integrating the AHP with SWOT Analysis, ISAHP 2001, Berne, Switzerland.
- KUZKA, 2013. 2014-2023 TR82 Düzey 2 Bölgesi Kastamonu-Çankırı-Sinop illeri Bölge Planı. Bölge Planı Kuzey Anadolu kalkınma Ajansı. [https://www.kuzka.gov.tr/paylasim/20160401_tr82_bolge_plani_\(WEB\).pdf](https://www.kuzka.gov.tr/paylasim/20160401_tr82_bolge_plani_(WEB).pdf), Erişim: 06.01.2018
- Liu, X., Wang, Z., 2006. Evaluation and selection of broadleaved tree species for fast-growing industrial plantation in Southwest Zhejiang. *Forest Research*, Beijing, 19(4): 497-503.
- Mendoza, G.A., Sprouse, W., 1989. Forest planning and decision making under fuzzy environments: an overview and illustration. *Forest Science*, 35(2): 481-502.

- Mendoza, G., Prabhu, R., 2000a. Multiple criteria decision making approaches to assessing forest sustainability using criteria and indicators: a case study. *Forest Ecology and Management*, 131: 107–126.
- Mendoza, G., Prabhu, R., 2000b. Development of a methodology for selecting criteria and indicators of sustainable forest management: a case study on participatory assessment. *Environmental Management*, 26(6): 659–673.
- Mendoza, G.A., Dalton, W.J., 2005. Multi-stakeholder assessment of forest sustainability: multi-criteria analysis and the case of the Ontario forest assessment system. *The Forestry Chronicle*, 81(2): 222-228.
- OGM, 2017a. Orman Genel Müdürlüğü 2017 Performans Programı, Orman Genel Müdürlüğü, : <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/PerformansProgrami/OGM%202017%20YILI%20PERFORMANS%20PROGRAMI.pdf>, Erişim: 09.01.2018
- OGM, 2017b. Orman Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu (2017), Orman genel Müdürlüğü <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/FaaliyetRaporu/Orman%20Genel%20M%C3%BCd%C3%BCr%C3%BC%202017%20Y%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.pdf>, Erişim: 12.01.2018
- OGM, 2017c. İllere göre orman varlığı, Orman Genel Müdürlüğü <https://www.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarimiz/Ilere-Gore-Orman-Varligi.aspx> Erişim: 05.02.2018
- Özel, H.B., Karayılmazlar, S., Demirci, A., 2014. Bartın havzasında analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemiyle Akdeniz çam türleri (*Pinus brutia* Ten. ve *Pinus pinea* L.) kullanılarak yapılacak ağaçlandırma çalışmaları için yer seçimi. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu “Akdeniz ormanlarının geleceği: Sürdürülebilir toplum ve çevre, 22-24 Ekim 2014, Isparta, s. 104-110.
- Pereira, J.M., Duckstein, L., 1993. A multiple criteria decision-making approach to GIS-based land suitability evaluation. *International Journal of Geographical Information Science*, 7(5): 407-424.
- Reubens, B., Moeremans, C., Poesen, J., Nyssen, J., Tewoldeberhan, S., Franzel, S., Deckers, J., Orwa, C., Muys, B., 2011. Tree species selection for land rehabilitation in Ethiopia: from fragmented knowledge to an integrated multi-criteria decision approach. *Agroforestry Systems*, 82(3): 303-330.
- Saatçioğlu, F., 1962. Belgrad ormanında Euramerik Karakavak (*Populus euroamericana* Dode Guinier) melezlerinde yapılan plantasyon denemeleri ve 10 yıllık sonuçları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt 12 (A): 2.
- Saaty, T.L., 1977. A scaling method for priorities in a hierarchical structure. *Journal of Mathematical Psychology*, 15: 234–281.
- Saaty, T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw–Hill, New York.
- Saaty, T.L., 1995. *Decision Making for Leaders: the Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World*. RWS Publications, Pittsburgh.
- Saaty, T.L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International of Journal Services Sciences*, 1: 83–98.
- Sipahioğlu, Ö., 2008. Farklı risk gruplarındaki ergenlerin psikolojik sağlıklarının incelenmesi. Yüksek lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Store, R., Kangas, J., 2001. Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modelling. *Landscape and urban planning*, 55(2): 79-93.
- Şen, G., Toksoy, D., 2006. Türkiye’de nüfus-orman ilişkisi. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 26-28 Mayıs 2006, Ilgaz, Çankırı, s.108-117.
- Şimşek, Y., Tulukçu, M., Toplu, F., Akkan A. ve Avcıoğlu, E., 1985. Türkiye’ye İthal Edilen Hızlı Büyüyen Yabancı Türlerin Büyümeleri Üzerine Araştırmalar. Ormancılık Araştırma enstitüsü Yayını, Teknik Bülten Serisi, 132: 128.
- TKA, 2008. İller için gelecek stratejileri. Kastamonu gelecek stratejisi sonuç raporu, TEB KOBİ Akademi. <https://www.teb.com.tr/document/kastamonu.pdf>, Erişim: 07.02.2018.
- Tolunay, A., 1988. Çal yöresinde özel orman işletmeciliği ve özel ağaçlandırmalar. *orman ve Av Dergisi*, Yıl: 63, Cilt: 63, Sayı: 1-2-3-4, Ankara, Türkiye.
- Tolunay, A., 1999. Ağaçlandırma çalışmalarının dünü, bugünü ve geleceğine ilişkin görüşler. *AGM Bülteni*, Ağustos, Sayı: 69, Ankara, Türkiye.
- Tolunay, A., Akyol, A., 2006. Çal yöresinde özel orman işletmeciliği ve özel ağaçlandırmalar: mevcut durum, darboğazlar ve çözüm önerileri. *Çal Sempozyumu*, 1-3 Eylül 2006, Denizli.
- Toscano, M., Toscano, N., Ramsey, P.P., Smidt, R.K., 2001. *Instructor's Solutions Manual [for] Applied Statistics for Engineers and Scientists: Using Microsoft Excel and Minitab [by] David M. Levine, Patricia P. Ramsey, Robert K. Smidt*. Prentice Hall.
- Tulukçu, M., Tunçtaner, K., Toplu, F., 1991. Marmara ve Batı Karadeniz Bölgesinde *Pinus taeda* L. ve *Pinus elliottii* Engelm. orijinlerinin üzerine araştırmalar. Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten: 152: 30.
- Tunçtaner, K., 1998. Yabancı tür ithal çalışmaları ve endüstriyel plantosyanlar için tür seçimi. Workshop Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar, 8-9 Aralık 1998, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Turan, H., 1982. Türkiye’de hızlı gelişen türlerle ağaçlandırmaların tarihçesi. Türkiye’de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Sempozyumu, 21-26 Eylül 1982, Ankara, s.27-36.
- URL1. Endüstriyel ağaçlandırmalarda kullanılan türler. KTÜ Silvikültür ders sunumları http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/silvikultur_0ca92.pdf, Erişim: 01.01.2018
- Ürgenç, S., 1972. Hızlı gelişen bazı egzotik (yabancı) iğne yapraklı ağaç türlerinin Türkiye’ye ithali ve yetiştirilmesi imkanları üzerine araştırmalar. *İ.Ü. Orman Fak. 1750/188*: 197.
- Ürgenç, S., Boydak, M., 1985. Türkiye’de orman içi ve orman dışı ağaçlandırma çalışmalarının bugünkü durumu ve hedefleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 35(2): 8-18.

- Wilkinson, C.F., Anderson, H.M., 1985. Land and resource planning in the national forests. Oregon Law Review. 64(1/2): 1-363.
- Yılmaz, E., 1999. Analitik Hiyerarşi Süreci kullanılarak çok kriterli karar verme problemlerinin çözümü. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 16(5): 95-122.
- Yılmaz, E., 2004. Orman kaynaklarının işlevsel bölümlenmesine ilişkin çözümler. Doktora Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, E., 2007. A'WOT tekniği kullanarak katılımcı yaklaşımla proje değerlendirme. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, DOA Dergisi, Sayı: 132: 1-16.
- Yılmaz, H., Surat, H., 2015. Analitik hiyerarşi süreci kullanılarak en uygun ekoturizm etkinliğinin belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 16(2): 164-176.