

MURGUL YALANCI AKASYA AĞAÇLANDIRMALARININ VE BİTİŞİĞİNDEKİ OTLAK ALANLARIN TOPRAK ÜSTÜ BİYOKÜTLE, KÖK KÜTLESİ, KÖK ÜRETİMİ VE KARBON DEPOLAMA YÖNLERİNDEN KARŞILAŞTIRILMASI

Sinan GÜNER¹, Aydın TÜFEKÇİOĞLU¹, Ahmet DUMAN, Mehmet KÜÇÜK¹

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, 08000-Artvin

ÖZET

Bu çalışmada, Artvin-Murgul yöresinde 1996 yılında dikimle oluşturulmuş yalancı akasya meşcereleri ve bitişindeki otlak alanları toprak üstü ve toprak altı biyokütle, kök kütlesi, kök üretimi ve karbon depolama yönlerinden incelenmiştir. Akasya alanları toplam biyokütle, karbon stokları ve karbon depolama potansiyelleri bakımından çayır alanlarına kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Araştırma sahası akasya alanlarında ortalama toplam biyokütle 100.5 ton/ha, toplam karbon stoğu ise 46.1 ton C /ha düzeyindedir. Akasyalık alanlarda ortalama 4 ton kalın kök kütlesi bulunmuştur. Çayırılık alanda ise kalın kök mevcut değildir. Akasyalık sahalarda ortalama kılcal kök kütlesi 1449, çayırılık alanda ise 2075 kg/ha olarak bulunmuştur. Akasya alanları, geçen 12 yıllık sürede dikim için yapılan ekonomik harcamaları karşılayacak meblağdan daha yüksek bir değere ulaşmıştır. Sonuç olarak, yörede yapılacak ağaçlandırmalarda, odun üretimi ve karbon depolama birincil amaç ise yalancı akasya ağaçlandırması çayır örtüsüne kıyasla tercih edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Kök kütlesi, kök üretimi, biyokütle, yalancı akasya, Murgul-Artvin

ABSTRACT

In this study, black locust plantations in Artvin-Murgul (established in 1996) have been investigated for the purposes of aboveground biomass, root biomass, root production and carbon storage properties. Total biomass, root carbon mass and root carbon storage were greater in black locust plantations than in adjacent grasslands. Total biomass and carbon mass in black locust plantations were 100.5 ton.ha⁻¹ and 46.1 ton.ha⁻¹ C, respectively. Coarse root biomass was 4 ton.ha⁻¹ in black locust stands. There was no coarse root in grasslands. Mean fine root biomass in black locust stands and in grasslands were 1449 and 2075 kg.ha⁻¹, respectively. Roughly estimated current economic value of the wood in black locust plantations was higher than the mean cost of plantation after twelve years from planting. As a result of the study, if the main objective of the reforestation is to produce wood and store carbon in the region, black locust should be preferred compared to grasslands.

Key words: Root biomass, root production, biomass, black locust, Murgul-Artvin

1. GİRİŞ

Küresel ısınma şüphesiz 21. yüzyılın en önemli ekolojik problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Mevcut ormanlar hali hazırda karbon depolamaya devam ettiklerinden, küresel ısınmanın azaltılmasında elde edilecek başarı büyük ölçüde potansiyel ağaçlandırma alanlarının ağaçlandırılması ile depolanabilecek karbona bağlıdır. Bu bağlamda, yalancı akasya hızlı büyüyen ve değişik ortamlara iyi adapte olan bir tür olarak karşımıza çıkmakta, ancak değişik arazi koşullarında depoladığı karbon miktarı bilinmemektedir. Örneğin 1 ha'lık yalancı akasya ağaçlandırması yaklaşık 10 yıllık bir süre zarfında, bir arabanın tüm ömrü boyunca yaydığı karbonu (8.5 ton) havadan depolayabilmektedir (Tüfekçioğlu ve Ark., 2002; Çepel 2002).

Ülkemizin her yıl yaklaşık Kıbrıs adası büyüklüğünde bir kısmı erozyonla denizlere taşınmaktadır. Önlem alınmadığı takdirde Türkiye'nin çölleşmeye doğru yol aldığı ileri sürülmektedir. Bu iki önemli problemin önlenmesinde en önemli çözümlerden biri ağaçlandırmadır. Ancak, yapılacak ağaçlandırmaların başarılı olması ve erozyonu önlemede etkin rol oynaması için, tür seçimi son derece önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ağaçlandırmalardan beklenen önemli faydalardan biride odun üretimidir. Bu noktada da önemli sorunlardan biri tür seçimidir. Tür seçiminin doğru yapılabilmesi için türlerin ekolojilerinin ve değişik ağaçlandırma sahalarında gösterdikleri uyum ve performansın çok iyi bilinmesi gerekmektedir.

Son yıllarda ağaçlandırmalarda sıkça kullanılan türlerden biri de yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*)'dır. Yalancı akasya kanaatkar bir tür olması, gençlikte hızlı büyümesi, çiçeklerinin arıcılıkta faydalı olması, kökleri ile azot bağlaması ve odunun yüksek kalori değerine sahip, sert ve dayanıklı olması özellikleri ile ağaçlandırmalarda tercih edilen türlerden biridir.

Yalancı akasya kurak bölge ağaçlandırmalarında başarı ile kullanılan önemli yabancı (egzotik) türlerimizden biridir. Doğal yayılış alanı Kuzey Amerika Kıtasının Güneydoğu kesimleridir. Ancak günümüzde Amerika, Avrupa ve Asyanın birçok yerinde doğallaşma eğiliminde olan bir tür görünümündedir (Barret ve Ark., 1990). Doğal yayılış alanında 35 m boy ve 1 m çapa ulaşabilmektedir. Duke (1983), yalancı akasyayı Amerikan ormanlarının en önemli türü olarak tanımlamaktadır. Yalancı akasya; gençlikte hızlı büyümesi, kökleri ile havanın serbest azotunu bağlayabilmesi, kuraklığa dayanıklı olması, fakir yetiştirme ortamlarında gelişebilmesi, odununun çürümeye karşı dayanıklı olması, iyi yanması, yapraklarının hayvanlar tarafından sevilerek yenmesi, çiçeklerinin arılar tarafından tercih edilmesi gibi özellikleri nedeniyle ağaçlandırma çalışmalarında en çok kullanılan türlerden biridir.

Yalancı akasya kökleri ile ortak yaşayan *Rhizobium sp.* bakterileri sayesinde havanın serbest azotunu bağlamakta ve bu şekilde toprağı azotça zenginleştirmektedir. Toprağı kazandırılan azot 75 ile 200 kg/ha kadar olabilmektedir. Bu miktar kıvılağaç tarafından toprağı kazandırılan miktardan biraz daha fazladır (50-150 kg/ha) (Brady ve Weil, 1999). Duke (1983) yalancı akasya meşcerelerinde, dikimden 20 yıl sonra 0-50 cm toprak profilinde 670 kg/ha azot artışı olduğunu belirtmektedir. Bu değer hektara yaklaşık 3 ton azotlu gübreye (% 21 azotlu gübre olarak) eşdeğer olmakta bu da yaklaşık olarak 600 YTL'ye karşılık gelmektedir.

Yalancı akasya pH değerleri 4.6 ile 8.2 arasında değişen topraklarda gelişebilmekte, fakat en iyi gelişimini havalanma ve drenaj durumu iyi olan, kalkerli balçık topraklarında yapmaktadır (Hanover, 1993). Gölgede ve uzun süreli durgun suyun olduğu topraklarda gelişmemektedir. Kuraklığa karşı direncinin yüksek olması ve bitki besin maddesi bakımından kanaatkar olması yalancı akasyayı ağaçlandırılması güç alanlarda bile kullanılabilir bir tür konumuna sokmaktadır. Açık maden ocaklarının işletmelerinden arta kalan materyallerin ağaçlandırılmasında toprağı azotça zenginleştirebilmek amacıyla azot bağlayabilen *R. pseudoacacia* gibi türlerden yararlanılabileceğı ifade edilmektedir (Kantarci, 2000). *Robinia pseudoacacia* bu bağlamda Avrupa'da da önem taşımaktadır ve azotça fakir sahalarda, toprak taşınmasına uğramış alanlarda ve kömür ocaklarının artıklarının durağan hale getirilmesinde kullanılmaktadır (Sprent and Sprent 1990).

Yalancı akasya odunu çok değerli olup, özgül ağırlığı 0.68 gr/cm³'dür. Bu değer Amerika'da yetişen diğer türlerin özgül ağırlık ortalamasından (0.51 gr/cm³) oldukça yüksektir (Hanover, 1993). Odununun kalori değeri (4570 Kcal/kg) diğer ağaç türlerimizle

karşılaştırıldığında; meşe, huş, gürgen, kavak ve akçaağaç gibi türlerden daha yüksektir (Duke, 1983; Bozkurt, 1986). Odunu içersinde bulunan taxifolin maddesi (% 4) mantarların büyümesini engelleyen bir madde olduğundan odunu ayrışmaya karşı oldukça dayanıklıdır. Simith ve Arkadaşları (1989) yalancı akasyanın öz odununun ayrışmaya karşı direncinin en az suni koruyucu maddeler uygulanmış odunlar kadar olduğunu bildirmektedir. Bu nedenle, odunu çit kazığı, kayık ve telefon direği yapımında, karoser sanayinde vb. gibi alanlarda aranan bir türdür.

Yalancı akasyanın çiçeklerinden elde edilen bal oldukça kıymetli olup marketlerde tercih edilmektedir. Macaristan'da yalancı akasya plantasyonları bal üretimi için hayati önem taşımaktadır (Kresztezi, 1983). Ülkemizde daha fazla süre çiçekte kalan yalancı akasya genotipleri belirlenerek bunların arıcılığın yoğun olduğu bölgelerdeki ağaçlandırmalarda kullanılması gerekmektedir.

Yalancı akasyanın gençlikte hızlı büyümesi, onu özellikle karbon depolama, yakacak-yapacak odun üretimi ve biyoenerji üretimi bakımından oldukça önemli kılmaktadır. Bu konu, küresel ısınmanın her gün biraz daha kendini hissettirdiği dünyamızda üzerinde önemle durulması gereken hususlardan birini teşkil etmektedir. Fosil yakıtların gelecekte tükeneceği göz önünde bulundurulursa, yalancı akasya ile oluşturulabilecek biyoenerji ormanlarının değeri çok daha iyi anlaşılacaktır. Tarafımızdan Gümüşhane-Torul'da yapılan ön çalışmada, yalancı akasyanın dikimden 8 yıl sonra, hektarda yaklaşık 7 ton karbon kazanımı sağladığı belirlenmiştir (Tüfekçioğlu ve Ark., 2002). Bu değer yaklaşık olarak bir arabanın tüm ömrü boyunca havaya yaydığı karbona (8.3 ton) (Çepel, 2002) eşdeğerdir.

Yukarıda bahsedilen birçok faydalı özelliği bünyesinde barındıran yalancı akasya; Artvin Orman Bölge Müdürlüğü sahalarında özellikle yol şevi erozyon ve heyelan kontrol ağaçlandırmalarında, orman içi ve açık alanlarda erozyon kontrolü çalışmalarında bolca dikilmiştir. Benzer şekilde Artvin-Murgul yöresinde erozyonu önleme amacıyla 1996 yılında bolca dikilmiştir. Ancak, geçen süre zarfında yalancı akasyanın yapmış olduğu odun üretimi, toprak üstü ve toprak altı büyüme (biyokütle) ve depoladığı karbon miktarı bilimsel olarak ortaya konmamıştır. Yalancı akasyanın bu sahalarda sağladığı ekolojik faydaların ortaya konması ve karbon kazanımının belirlenmesi hem küresel ısınmanın önlenmesi bakımından hem de ülkemizdeki yüksek erozyonun azaltılması bakımından önem arz etmektedir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmaya konu olan yalancı akasya ağaçlandırmaları, 1996 yılında, Artvin Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Murgul Orman İşletme Müdürlüğü tarafından ağaçlandırma yapılan dört alanı kapsamaktadır (OGM bünyesinde gerçekleştirilen yeniden yapılanma çalışmaları sonucunda, 2003 yılında Murgul Orman İşletme Müdürlüğü kapatılarak, Borçka Orman İşletme Müdürlüğü'ne katılmıştır). Deneme alanları yaklaşık 600 metre yükseltide, kuzey ve güney bakılarda ve ortalama eğimi % 30-60 arasında değişen sahalarda alınmıştır.

Çalışma amaçlarını gerçekleştirebilmek için, Artvin-Murgul yalancı akasya ağaçlandırma alanında iki farklı bakıda toplam 12 adet deneme alanının yerleri tespit edilmiş ve bu deneme alanlarında kök biyokütlesi ve toprak üstü biyokütle ölçümleri yapılmıştır. Alınan bu 12 adet deneme alanının 6'sı kuzey bakıda, diğer altısı ise güneybatı bakıda alınmıştır.

Her bir bakıda 3 adet deneme alanı akasyalık alandan, diğer 3 adet ise akasya olmayan bitişindeki kontrol alanlarından alınmıştır.

Odun üretimi ve topraküstü biyokütlenin belirlenmesi için her bir deneme alanındaki ağaçların çap ve boy ölçümleri yapılmıştır. Odun üretiminin belirlenmesinde Çatal ve Arkadaşları (2005) tarafından geliştirilen çift girişli yalancı akasya ağaç hacim tablosu kullanılmıştır. Topraküstü biyokütlenin belirlenmesi amacıyla, deneme alanlarından değişik çaplarda toplam 15 adet ağaç kesilmiş, her bir ağacın yaş dal, yaprak ve gövde ağırlıkları arazide belirlenmiş ve fırın kurusu ağırlığının saptanabilmesi amacıyla örnekler alınmıştır (Şekil 4). Alınan örnekler deneylikte 48 saat süre ile 70 °C de kurutulmuş nem yüzdeleri hesaplanmıştır. Kesilen ağaçlardan elde edilen veriler yardımıyla çap ve boya göre toprak üstü biyokütlenin değişimini gösteren regresyon denklemleri geliştirilmiş ve bu denklemler deneme alanlarındaki toprak üstü gövde, dal ve yaprak kütlelerini belirlemek için kullanılmıştır (Tüfekçioğlu ve Ark., 2002). Deneme alanlarında otsu türler akasya alanlarında mevcut değildir. Çayır alanlarında ise çok yoğun otlatma yapıldığından toprak üstü aksamlar örneklenemeyecek kadar küçük kalacak derecede yoğun şekilde inekler tarafından otlanmıştır.

Kalın kök (> 5 mm) biyokütlesinin belirlenmesi amacıyla yalancı akasya meşcerelerinde 0.6 x 1.8 m boyutlarında 12 adet toprak profili (3x2 =6 kuzey bakıda, 3x2=6 güney bakıda) rastgele olarak açılmıştır (Şekil 5). Her bir profilde topraktan çıkarılan kökler 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100, 100-120, >120 cm derinlik kademelerine göre ayrılmıştır. Çukurlar kalın köklerin indiği derinliklere kadar kazılmış, elde edilen kök örnekleri 65 °C de 24 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulan örnekler 0.001 gr hassasiyetteki terazide tartılarak gerekli dönüşümler yapıldıktan sonra hektardaki kalın kök biyokütlesi belirlenmiştir.

İnce(2-5 mm) ve kılcak (<2 mm) kök biyokütlesinin belirlenmesi amacıyla her bir deneme alanından 8 adet kök örneği rastgele olarak, 6.4 cm çapında ve 30 cm boyunda çelik boru kullanılarak alınmıştır (Şekil 6). Araştırmalara göre 0-30 cm derinlik kademesi mevcut kök kütlelerinin % 70-85'lik bir kısmını temsil edebilmektedir (Eissenstat ve Yanai, 1997; Tüfekçioğlu ve Ark. 2003). Örnekler bir gün suda bekletildikten sonra leğenlerde yıkanıp 0.2 mm'lik elek üzerinden süzümüştür. Böylece topraktan arındırılan kökler 0-2, 2-5 ve 5-20 mm çap sınıflarına göre ayrılarak 65 °C de 24 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulan örnekler 0.001 gr hassasiyetteki terazide tartılarak gerekli dönüşümler yapıldıktan sonra hektardaki kök biyokütlesi belirlenmiştir.

Kurutulan kök, yaprak, dal ve gövde örnekleri 0.1 mm'lik elekli bitki değirmeninde öğütülerek, üzerlerinde karbon analizi yapılmıştır. Karbonun belirlenmesinde Walkley-Black'in ıslak yakma yöntemi uygulanmıştır (Gülçur, 1974). Elde olunan karbon konsantrasyonları her bir deneme alanındaki yaprak, dal, gövde ve kök kütleleri ile çarpılarak hektardaki karbon depolama belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde SPSS istatistik paket programı kullanılmıştır. Kontrol ve akasya alanları arasındaki farklar varyans analizi yardımıyla test edilmiş, biyokütle hesaplarında kullanılacak denklemlerin geliştirilmesinde regresyon analizi yöntemleri uygulanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Kalın Kök Kütlesi ve Karbon Eşdeğeri

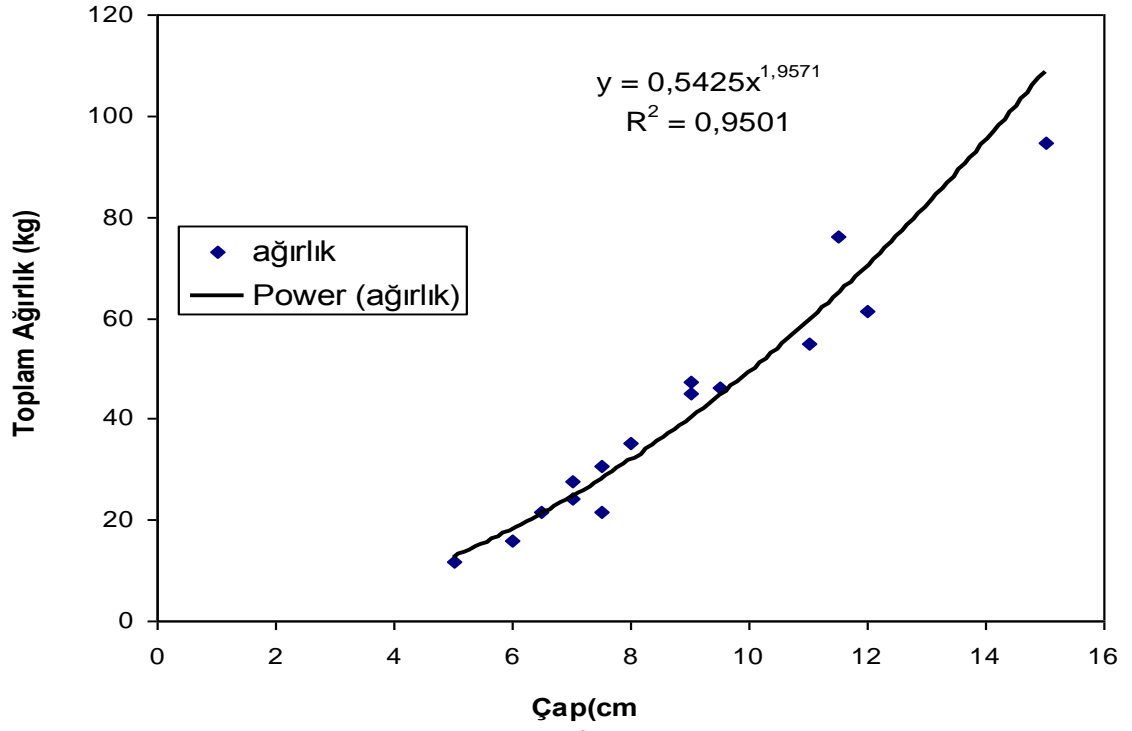
Çayırılık alanlarda 5 mm ve daha kalın çapta kökler olmadığından kalın kök kütlesi sadece akasya sahalarında çalışılmıştır. Kalın kök kütlesi derinlik ile önemli ölçüde azalmıştır. Derinlik ile kalın kök miktarının değişimi irdelendiğinde, kalın köklerin % 71 oranında 0-20 cm toprak katmanında, % 22 oranında 20-40 cm katmanında ve toplam olarak % 93'lik kısmın 40 cm toprak derinliğinde olduğu saptanmıştır (Çizelge 1) (Şekil 1).

Çizelge 1. Kesilen ağaçların kuru ağırlıkları ve karbon içerikleri

Ağaç No	Çap (1.30)	Kuru Ağırlıklar (kg)				Karbon Eşdeğeri (kg C)			
		Gövde	Dal	Yaprak	Toplam	Gövde	Dal	Yaprak	Toplam
1	9	34,6	7,8	2,6	44,9	16,0	3,8	1,1	20,8
2	8	27,1	6,4	1,9	35,3	12,5	3,1	0,8	16,4
3	9	37,6	7,1	2,8	47,5	17,4	3,4	1,2	22,0
4	7	16,5	4,9	2,6	24,1	7,6	2,4	1,1	11,1
5	7	21,8	3,5	2,3	27,7	10,1	1,7	1,0	12,7
6	12	49,6	8,5	3,3	61,4	22,9	4,1	1,4	28,4
7	15	76,7	12	6,1	94,8	35,4	5,8	2,5	43,7
8	11	41,4	9,9	3,8	55	19,1	4,8	1,6	25,5
9	6,5	16,5	3,5	1,6	21,7	7,6	1,7	0,7	10,0
10	7,5	21,1	7,1	2,3	30,5	9,7	3,4	1,0	14,1
11	7,5	14,3	5,7	1,4	21,4	6,6	2,7	0,6	9,9
12	6	9,8	4,6	1,6	16	4,5	2,2	0,7	7,4
13	5	8,3	2,5	0,9	11,7	3,8	1,2	0,4	5,4
14	9,5	37,6	5,7	2,8	46,1	17,4	2,7	1,2	21,3
15	11,5	56,4	14,1	5,6	76,2	26,1	6,8	2,3	35,2

Çizelge 2. Akasya deneme alanlarında hektardaki toprak üst biyokütle ve karbon stoğu değerleri

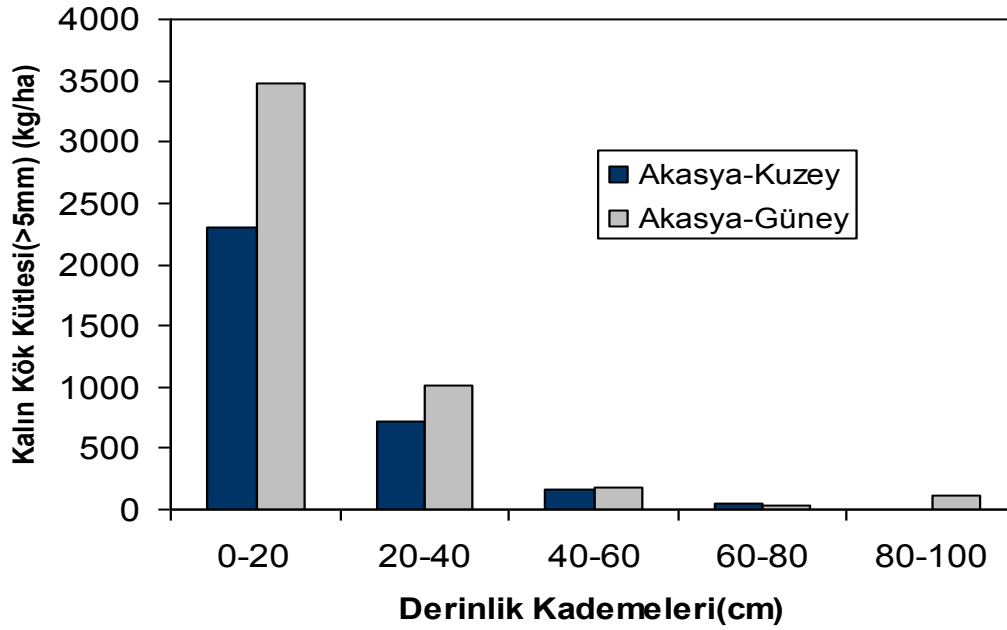
Deneme Alanı No	Toprak Üstü Biyokütle (kg/ha)		Toprak Üstü Karbon Stoğu (kg C/ha)	
	Kuzey	Güney	Kuzey	Güney
1	97849	83540	45214	38600
2	129311	50581	59763	23367
3	128641	61243	59449	28294
4	137787	117964	63676	54513
5	132819	98543	61377	45542
6	138513	93284	64018	43116
7	71205	79983	32901	36972
8	60501	52080	27954	24062
9	91508	77411	42281	35769
10	112602	109100	52036	50401
Ortalama	110074	79403	50867	36693
Genel Ortalama	94738		43780	



Şekil 1. Yalancı akasya sahalarında toplam ağaç kütlesinin çapa göre değişimi

Çizelge 3. Deneme alanlarındaki ortalama kalın kök miktarları ve kalın köklerdeki karbon stokları

Derinlik (cm)	Kalın Kök Miktarı (kg/ha)		Ortalama (kg/ha)	Karbon Stoğu (kg C/ha)
	Akasya-Kuzey	Akasya-Güney		
0-20	2295	3482	2888	1144
20-40	720	1009	864	342
40-60	164	173	169	67
60-80	43	30	37	14
80-100	0	119	59	24
Toplam	3222	4813	4018	1591



Şekil 2. Kalın kök (>5mm) kütlesi miktarlarının derinlik ile değişimi

3.2. Kılcal ve İnce Kök Kütlesi ve Karbon Eşdeğeri

Kılcal (0-2 mm) ve ince kök (2-5 mm) kütlelerine ilişkin veriler Çizelge 14, 15 ve 16'da verilmiştir. Kılcal kök (0-2 mm) kütlesi ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde farklılık göstermiştir. Sonbahar kök kütlesinden, ilkbahar kök kütlesi çıkarılarak yıllık kılcal kök üretimi belirlenmiştir (Maksimum-minimum yöntemi) (Scurlock ve Ark., 2002; Santantanio ve Ark., 1987). Kılcal kök karbon kütlesi ve yıllık karbon depolama değerleri Çizelge 15'te gösterilmiştir. Kuzey bakıdaki kök üretimi akasya sahasında

Çizelge 4. Deneme alanlarında ortalama kılcal kök kütleleri

Bitki Örtüsü	İlkbahar (kg/ha)	Sonbahar (kg/ha)	Yıllık Üretim (kg/ha)
Akasya Kuzey	1346	1597	252
Akasya Güney	643	2208	1565
Çayır Kuzey	1775	3455	1680
Çayır Güney	690	2379	1689

Çizelge 5. Deneme alanlarında ortalama kılcal kök (0-2 mm) karbon kütlesi ve yıllık karbon depolaması

Bitki Örtüsü	Kılcal Kök Karbon Stoğu		Ortalama Kılcal Kök Karbon Stoğu (kg C/ha)	Yıllık Karbon Depolama (kg C/ha)
	İlkbahar (kg C/ha)	Sonbahar(kg C /ha)		
Akasya Kuzey	495	588	541	93
Akasya Güney	235	813	524	576
Çayır Kuzey	690	1272	981	618
Çayır Güney	296	875	586	621
Ortalama	429	887	658	477

Çizelge 6. Derinlik kademesi ve bakıya göre ortalama ince kök (2-5 mm) değerleri ve ince kök karbon stokları

Derinlik (cm)	İnce Kök Miktarı(kg/ha)		Ortalama (kg/ha)	İnce Kök Karbon Stoğu (kg C)
	Akasya-Kuzey	Akasya-Güney		
0-20	232	175	292	119
20-40	50	62	75	31
40-60	9	25	20	8
60-80	2	0	2	1
80-100	0	0	0	0
Toplam	292	263	389	159

oldukça düşük bulunmuştur. Ancak bu fark istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Benzer şekilde bitki örtüsüne göre kılcal kök kütlesinin değişimi anlamlı bulunmamıştır.

3.3. Toplam Biyokütle ve Karbon Stoğu

Araştırma sahası akasya alanlarında ortalama toplam biyokütle 100.5 ton/ha, toplam karbon stoğu ise 46.1 ton C /ha düzeyindedir (Çizelge 7). Akasya fidanlarının 1996 yılında dikildiği göz önüne alındığında yıllık ortalama biyokütle artışı kabaca hesaplandığında: $100.5/12=8.4$ ton/yıl civarında, yıllık ortalama karbon depolama ise $46.1/12=3.8$ ton C/yıl civarında olmuştur. Bu kaba bir hesaptır ve şu anda depolanan miktarlar bundan fazladır. Akasya alanında toprak altı biyokütle toplam biyokütlenin yaklaşık % 5.8'lik kısmını oluşturmaktadır. Çayırılık alanın yüzeyi çok yoğun şekilde hayvanlar tarafından otlandığından burada toprak üstü biyokütleyi hesaplamak mümkün olmamıştır. Çayırılık alanda ortalama kök kütlesi ise 2075 kg/ha olarak belirlenmiştir.

Çizelge 7. Araştırma alanında ortalama toplam biyokütle ve karbon stoğu

	Bitki Örtüsü	Kılcal Kök	İnce Kök	Kalın Kök	Gövde	Dal	Yaprak	Toplam
Biyokütle (kg/ha)	Akasya	1449	389	4018	70580	17337	6821	100594
	Çayırılık	2075	0	0	-	-	-	2075
Karbon Stoğu (kg C/ha)	Akasya	533	159	1591	32616	8362	2802	46063
	Çayırılık	783	0	0	-	-	-	783

3.5. Ekonomik Faydaya İlişkin Bulgular

Araştırma alanı akasyalık sahada geçen 12 yılda üretilen gövde odunu miktarı 70.5 ton/ha'dır. Bir ster akasyanın 700 kg civarında olduğunu varsayar isek burada elde edilen servet yaklaşık 100 ster civarında olacaktır. Bunun Artvin Orman Bölge Müdürlüğü ortalama bir ster odun fiyatı olan 70 YTL ile çarptığımızda 7000 YTL civarında bir meblağ etmektedir. Artvin Çevre ve Orman İl Müdürlüğü Ağaçlandırma şubesinden alınan verilere göre 1 ha akasya sahasının ağaçlandırma gideri (fidanların 3x1.5 m arayla dikildiği varsayılarak) yaklaşık 2760 YTL düzeyindedir. Bu haliyle akasya ağaçlandırması 12 yılda yapılan masrafın yaklaşık 2.5 kat üzerinde bir değere ulaşmıştır.

4. TARTIŞMA

4.1. Topraküstü Biyokütle ve Karbon Stoğu

Alanda ortalama toprak üstü biyokütle 94.7 ton/ha olarak belirlenmiştir. Bunun gövde odunu kısmı 70.5 ton/ha'dır. Alanın 1996 yılında ağaçlandırıldığı göz önünde tutulursa, ortalama yıllık odun üretimi $70.5/12=5.8$ ton/ha.yıl olmaktadır. Bunu yalancı akasyanın odun yoğunluğuna böldüğümüzde, yıllık ortalama m^3 cinsinden odun üretimi $5.8/0.7=8.2$ m^3 ha/yıl olmaktadır. Bu değer uzun süre asit yağışlara ve şiddetli toprak erozyonuna maruz kalmış bir alan için oldukça iyi bir üretimdir. Yöredeki doğu ladin ormanlarının 4-5 m^3 ha/yıl gibi ortalama yıllık artıma sahip oldukları düşünülürse, akasya ağaçlandırmalarının üretimi oldukça iyi bir değer olarak karşımıza çıkmaktadır.

Deneme alanlarındaki ortalama toplam toprak üstü karbon stoğu 43780 kg/ha olarak belirlenmiştir. Bu yaklaşık 3.6 ton C/ha yıl değerine karşılık gelmektedir. Bu haliyle 2.3 ha'lık akasya ağaçlandırma sahası bir arabanın tüm ömrü boyunca havaya yaydığı karbonu (8.3 ton C; Çepel, 2002) bir yılda karşılayabilmektedir.

4.2. Toprakaltı Biyokütle ve Karbon Stokları

4.2.1. Kalın Kök Kütlesi ve Karbon Stoğu

Akasyalık alanlarda ortalama 4 ton kalın kök kütlesi bulunmuştur. Bu değer yaşlı meşcerelerde bulunan değerlerden oldukça düşüktür. Ancak, Tüfekçioğlu ve Ark. (1999) tarafından ABD'nin Iowa eyaletinde kavaklıklarda bulunan değere yakındır (3.9 ton/ha).

Kalın kök miktarı derinlikle çok hızlı şekilde düşmüştür. Kalın köklerin %71'lik oranı toprağın üst 20 cm'lik derinlik kademesinde bulunmuştur. Bu bulgu akasyanın sığ kök yapan bir tür olarak bilinmesi gerçeğini destekler niteliktedir.

4.2.2. Kılcal ve İnce Kök Kütlesi ve Karbon Stokları

Deneme alanlarında akasyalık sahalarda ortalama kök kılcal kök kütlesi 1449, çayırılık alanda ise 2075 kg/ha'dır. Bu haliyle çayırılık alanlardaki ince kök kütlesi daha fazla gözükmemektedir. Ancak bu fark anlamlı bulunmamıştır. Benzer şekilde, yaşlı ladin ormanı ile çayırılık alanı karşılaştıran Tüfekçioğlu ve Küçük (2004), çayırılık alanda kılcal kök kütlesini daha yüksek bulmuştur.

4.3. Toplam Biyokütle ve Karbon Stoğu

Araştırma sahası akasya alanlarında ortalama toplam biyokütle 100.5 ton/ha, toplam karbon stoğu ise 46.1 ton C /ha düzeyindedir. Yöredeki ladin ormanlarının

ortalama 150-200 ton/ha düzeyinde topraküstü biyokütleyle sahip oldukları düşünülürse bu çalışmada elde edilen değerler oldukça iyi olduğu gözlemlenmektedir.

Akasya alanında toprak altı biyokütle toplam biyokütlenin yaklaşık % 5.8'lik kısmını oluşturmaktadır. Bu değer literatürde diğer türler için verilen değerlerden daha düşüktür. Lavigne ve Krasowski (2007), Balsam göknarı ormanlarında sadece kalın kökün, toprak üstü gövde kütlesinin % 36'sını oluşturduğunu rapor etmiştir.

Akasya alanları çayır alanlarına kıyasla oldukça yüksek bir biyokütle ve karbon stoğuna sahiptirler.

4.4. Ekonomik Fayda

Araştırma alanında akasyalık sahada yapılan ağaçlandırmanın geçen 12 yılda kendisi için yapılan masrafin yaklaşık 2.5 katı bir değere ulaşmış olması ekonomik açıdan olumlu bir sonuçtur. Ancak bunun daha kapsamlı ve detaylı araştırmalar ile desteklenmesi gerekmektedir. Ekonomik açıdan detaylı araştırma bu projenin kapsamında öngörülmemiştir. Ayrıca çayır alanlarının hayvancılık amaçlı kullanım sonucu ürettikleri ekonomik değerinde hesaplanarak kıyaslanmasının ona göre yapılması gerekmektedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Artvin-Murgul yalancı akasya ağaçlandırmaları, dikdikleri yıl olan 1996 yılından 2008 yılına kadar geçen süre göz önüne alınarak karbon depolama ve ekonomik faydalar yönünden irdelendiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Akasya alanları karbon stokları ve karbon depolama potansiyelleri bakımından çayır alanlarına kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Araştırma sahası akasya alanlarında ortalama toplam biyokütle 100.5 ton/ha, toplam karbon stoğu ise 46.1 ton C /ha düzeyindedir
2. Akasyalık alanlarda ortalama 4 ton kalın kök kütlesi bulunmuştur. Çayırılık alanda ise kalın kök mevcut değildir.
3. Akasyalık sahalarda ortalama kılcal kök kütlesi 1449, çayırılık alanda ise 2075 kg/ha olarak bulunmuştur. .
4. Akasya alanları, geçen 12 yıllık sürede dikim için yapılan ekonomik harcamaları karşılayacak meblağdan daha yüksek bir değere ulaşmıştır.
5. Sonuç olarak, yörede yapılacak ağaçlandırmalarda, odun üretimi ve karbon depolama birincil amaç ise yalancı akasya ağaçlandırması çayır örtüsüne kıyasla tercih edilmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Barret, R.P., Mebrathu, T. ve Hanover, J.W., Black locust: A multi-purpose tree species for temperate climates. p. 278-283. In: J. Janick and J.E. Simon (Eds.), advances in new crops. Timber Press, Portland, OR, USA (1990).
- Bozkurt, Y. A., Ağaç Teknolojisi. İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3403, O.F. Yayın No: 380, İstanbul (1986).
- Brady, N. C. and R. R. Weil, The Nature and Properties of Soils. Prentice Hall, New Jersey, U.S.A. (1999).

- Çepel, N., Ekolojik Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Tübitak Yayınları, No: 180. Ankara (2002).
- Duke, J. A. Handbook of Energy Crops. Unpublished. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke-energy/Robinia-pseudoacacia.html>.
- Eissenstat, D.M. and Yanai R.D., The ecology of root life span. P. 1-60, *in* Advances in Ecological Research, M Begon and AH Fitter (Eds.). Academic Press, San Diego, California, USA (1997).
- Hanover, J.W., Black locust: An Excellent Fiber Crop. Page 432-435. In J. Janick and J.E. Simon (Eds.), New Crops. Wiley, New York, USA (1993).
- Keresztesi, B., Breeding and cultivation of black locust, *Robinia pseudoacacia*, in Hungary. Forest Ecol. Mgmt. 6:217-244 (1983).
- Santantonio D. and Grace J.C., Estimating fine root production and turnover from biomass and decomposition data: a compartment-flow model. Canadian Journal of Forest Research 17, 900-908 (1987).
- Scurlock J.M.O. Johnson K. and Olson R.J., Estimating net primary productivity from grassland biomass dynamics measurements. Global Change Biology 8, 736-753 (2002).
- Tüfekçioğlu, A.; Yüksek, T.ve Kalay, H. Z. Gümüşhane İli Torul İlçesi Yalancı Akasya Ağaçlandırmalarının Biyokütle ve Bazı Toprak Özellikleri Yönünden İncelenmesi. Gümüşhane ve Yöresinin Kalkınması Sempozyumu. 23-25 Ekim, 2002, Gümüşhane (2002).
- Tüfekçioğlu, A., J.W. Raich, T.M. Isenhardt and R.C. Schultz, Biomass, carbon and nitrogen dynamics of multi-species riparian buffers within an agricultural watershed in Iowa, USA. Agrofor. Sys., 57, 187-198 (2003).