

## SAF SARIÇAM MEŞCERELERİNDE KÖK KÜTLESİ, KÖK ÜRETİMİ VE KÖK KARBON DEPOLAMA MİKTARLARININ YAŞ SINIFLARINA GÖRE DEĞİŞİMİ

Aydın TÜFEKÇİOĞLU<sup>1</sup>, Mehmet KÜÇÜK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Artvin, atufekci@artvin.edu.tr

### ÖZET

Orman ekosistemlerinde kök kütlesi, net kök üretimi ve net kök karbonu miktarlarının belirlenmesi madde dolaşımı ve karbon depolama konularında önem arz etmektedir. Bu çalışmada Artvin Bölge Müdürlüğü Merkez İşletme Müdürlüğü sınırlarındaki Merkez İşletme Şefliği ve Tütüncüler işletme şefliği ile Erzurum Bölge Müdürlüğü Ardahan İşletme Müdürlüğü sınırları içindeki Yalnızçam ve Ölçek İşletme şeflikleri sınırları içerisinde kalan farklı yaşlardaki sarıçam meşcerelerindeki kök kütlesi, kök üretimi ve kök karbon depolama miktarları araştırılmıştır. Bu amaçla, 65 deneme alanından ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde toplam 760 adet kök örneği alınmıştır. Kök örnekleme, 35 cm uzunluğunda 6.4 cm çapında çelik silindiri toprağa çakmak sureti ile her bir deneme alanından 6 adet kök örneği olarak yapılmıştır. Yaş sınıflarında göre kılcal kök miktarı 4493 ile 6223 kg/ha arasında, ince kök miktarı 1373 ile 2401 kg/ha arasında, kaba kök miktarı ise 2298 ile 7061 kg/ha arasında değişmiştir. Toplam kök miktarı ise 8685 ile 14856 kg/ha arasında değişim göstermiştir. Net üretim bakımından ise, kılcal ve ince kök miktarında en fazla üretim 2. yaş sınıfında sırasıyla 1332 ve 885 kg/ha olarak bulunmuştur. Kaba kök üretim miktarında ve toplam kök üretimi miktarında ise en fazla 5. yaş sınıfında, sırasıyla 3517 ile 4627 kg/ha olarak bulunmuştur. Karbon depolama bakımından en fazla kök karbon depolaması ince ve kılcal köklerde 2. yaş sınıfında, kaba köklerde ise 5. yaş sınıfında bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Kılcal kök, ince kök, kaba kök, sarıçam, Ardahan

### ABSTRACT

Root biomass, root production and root carbon sequestration studies plays an important role in understanding nutrient cycling and carbon storage dynamics in forest ecosystems. In this study, root biomass, net root production and root carbon storage were studied in pure Scottish pine stands in different age classes in Artvin and Ardahan. For these purposes, 760 root cores were taken from 65 sampling plots in spring and fall. Sampling was done with root corers with the diameter of 6.4 cm and length of 35 cm. Six root samples were taken from each sampling plot. Root biomass were changed from 4493 to 6223 kg/ha for fine roots, from 1373 to 2401 kg/ha for small roots and from 2298 to 7061 kg/ha for coarse roots. Total root biomass was ranged from 8685 to 14865 kg/ha. The highest fine and small root production was observed in second age classes as 1332 and 885, respectively. For the coarse roots and total root production, the highest values were observed in fifth age class as 3517 and 4627 kg/ha, respectively. In terms of root carbon storage, the highest values were observed in second age classes for fine and small roots and in fifth age class for coarse roots.

**Key words:** Fine root, small root, coarse root, scotish pine, Ardahan

### 1. GİRİŞ

Biyokütle, belli bir alanda yaşayan canlı organizmaların ve onların ölü artıklarının kuru ağırlığı olarak tanımlanmaktadır. Birim olarak  $g\ m^{-1}$  veya  $kg\ ha^{-1}$  olarak gösterilmektedir. Güncel anlamda biyokütle belirli büyüklükte bir orman alanında ağaç ve ağaçlık topluluğunun ağırlık (kg, ton/ha) olarak tanımlanmasını ifade etmektedir. Orman biyokütlesi, orman ürünü olarak ormanın şimdiki kapasitesini ve büyümesini belirten uzun süreli işletmeciliğin sağlanması için bilinmesi gereken bir terimdir (Alemdağ, 1980).

Biyokütle çalışmaları ekosistemlerdeki madde dolaşımını ve ekosistem dinamiklerini anlamada çok önemlidir. Biyökütlenin toprak altı ve toprak üstü olmak üzere iki bileşeni vardır. Toprak üstü ve toprak altı biyokütle tarım, orman ve çayır ekosistemlerinden faydalanmanın planlanmasında göz önünde bulundurulması gereken önemli değişkenlerden biridir. Çoğu araştırmacı biyokütle ile ilgili çalışmalarını çalışma kolaylığı açısından toprak üstü ile sınırlı tutmaktadır. Oysa toprak üstünde bitkiler sadece ışık için rekabet ederken, toprak altında su ve 20 ye yakın bitki besin elementi için rekabet halindedirler (Casper and Jakson, 1997). Dolayısı ile bitkilerin büyümesi üzerine toprak altı etmenlerin etkisi toprak üstü etmenlerden daha çok olmaktadır.

Bir orman ekosisteminde biyokütle 5 ana kaynaktan toplanmıştır. Bunlar, ormanda bulunan ağaç ve ağaççıkların toprak üstü kısımları, orman yüzeyine düşmüş odunsu dokular, orman altı ölü örtüsü, mineral toprakta bulunan kısımlar ve heterotrof organizmaların (ayrıştırıcı ve tüketici) dokularıdır. Yapılan çalışmalarda bunların farklı alanlarda ve farklı orman ekosistemlerinde dağılımlarının ve miktarlarının birbirinden farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Barnes et al, 1988). Bunlar içerisinde en fazla biyokütle içeren kısımlar ormanda bulunan ağaç ve ağaççıklar ile bunların mineral toprakta bulunan kısımlarıdır. Biyokütle çalışmalarının büyük çoğunluğu toprak üstü kısma yöneliktir. Çünkü toprak altı kısmı çalışmak daha zor ve zaman alıcıdır.

Orman ekosistemlerinde biyokütle belirlemesinin amaçlarından en önemlilerinden bazıları; belirlenen biyokütle ile ortamdaki besin elementleri döngüsü, topraklarda minerallerin ve organik maddenin kaybı ya da birikmesi arasında önemli bir ilişkinin olması, dünyadaki karbon döngüsü ve dengesi üzerinde önemli rol oynayan orman ekosistemlerinin ve üretimlerinin belirlenmesidir. Ayrıca, şu anda bozulmak üzere olan karbon dengesi ve onun etkilerini (sera etkisi) anlamada yararlı olması, orman alanlarında birikebilecek potansiyel biyokütle miktarının orman yangınları üzerine olacak etkisi olarak sıralanabilir (Brown, 1982).

Orman ekosistemlerinde toplam kök kütlesinin % 40'ının üzerindeki bölümünü ince kökler meydana getirmektedir (Keyes and Grier, 1981). Kök kütlesi bitki türü, bitki yaşı, toprak derinliği, toprak nemi, topraktaki bitki besin elementleri ve toprak tekstürü ile ilişkilidir (Cairns et al, 1997). Ülkemizde toprak altı biyokütle belirlemesi için bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda sıralanmıştır.

Tüfekçioğlu ve Ark (2002), Gümüşhane-Torul yöresindeki yalancı akasya meşcerelerinde biyokütle çalışmalarında bulunmuş ve çap ile toprak üstü biyokütle arasında ilişkiyi bir denklem ile ortaya koymuşlardır.

Tüfekçioğlu ve Ark. (2004), Artvin'de, doğu ladini ve doğu kayını meşcerelerinde kök biyoması ve karbon depolamasını incelemişler, güney bakıldaki kök kütlesinin kuzey bakılara oranla daha fazla olduğunu saptamışlardır.

Tüfekçioğlu ve Ark. (2005), Artvin'de, genç kayın meşcerelerinde aralamanın üretim, kök kütlesi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada araştırmacılar, aralamanın şiddeti arttıkça kılcal kök kütlesinin azaldığını belirlemişlerdir.

Kücük (2006), Kastamonu' da karaçam meşcerelerinde kök kütlesinin değişimlerini incelemiş ve yaşlı meşcerede (100 yaş) toplam kökü 14434 kg/ha, genç meşcerede (20 yaş) ise 9513 kg/ha olarak bulmuştur.

Özbayram (2006), çalışmada kavaklık, elma bahçesi ve çayırılık alandaki kök miktarlarını belirlemiştir. Buna göre en yüksek kök elma bahçesinde 11714 kg/ha iken, en düşük kök ise 6348 kg/ha ile kavaklık alanda bulunmuştur.

Çalışmanın amacı, Artvin ili Merkez işletme şefliği ve Tütüncüler işletme şefliği ile Ardahan ili Yalnızçam ve Ölçek işletme şeflikleri sınırlarında bulunan saf sarıçam

meşcerelerindeki toprak altı kılcal (0-2mm), ince (2-5mm) ve kaba kök (5-10 mm) miktarlarını ve net kök üretimi belirlemek ve belirlenen kök üretiminin karşılık geldiği depo edilen karbon miktarını yaş sınıflarına göre ortaya koymaktır.

## **2. MATERYAL ve YÖNTEM**

Araştırma alanı olarak kullanılan deneme alanları Artvin Bölge Müdürlüğü Merkez İşletme Müdürlüğü sınırlarındaki Merkez İşletme Şefliği ve Tütüncüler işletme şefliği ile Erzurum Bölge Müdürlüğü Ardahan İşletme Müdürlüğü sınırları içindeki Yalnızçam ve Ölçek İşletme şeflikleri sınırları içerisinde kalmaktadır. Deneme alanlarının alındığı noktaların yüksekliği 850 ile 2200 m arasında değişim göstermektedir. Arazi eğimi % 5-70 arasında değişim göstermektedir.

Kök örnekleme, 35 cm uzunluğunda 6.4 cm çapında çelik silindiri toprağa çakmak sureti ile her bir deneme alanından 6 adet kök örneği alarak yapılmıştır. Bu amaçla, 65 deneme alanından ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde toplam 760 adet kök örneği alınmıştır. Alınan her bir silindir örneği polietilen torbalara aktarılıp etiketlenerek ağızları kapatılmış ve laboratuara getirilmiştir. Örnekler plastik şişelere aktararak içine bir miktar su eklendikten sonra bir gece toprakların köklerden ayrılması için bekletilmiştir. Daha sonra, kök örnekleri leğenlerde yıkanarak topraktan ayrılmış ve 0,5 mm'lik eleklerden süzülme suretiyle topraktan arındırılmıştır. Bu şekilde topraktan temizlenen kökler, küçük kaplarda su içine konarak ölü örtü parçaları ve varsa toprak kalıntılarından ayıklanmıştır. Ayıklanan kökler kılcal (0-2 mm), ince (2-5 mm) ve kaba kök (5-10 mm) diye üç sınıfa ayrılarak, kurutma fırınında 70 °C' de 24 saat süreyle kurutulmuş ve 0,01 gr hassasiyetindeki terazide tartılmıştır. Tartımlar üzerinden gerekli dönüşümler yapılarak hektardaki kök miktarı belirlenmiştir. Meşcere yaşını belirlemek için deneme alanlarını temsil eden ağaçlardan 2-3 adetinin boyunu ve yaşını ölçerek, meşcere yaş sınıfları belirlenmiştir. Her meşcerede yaş sınıfları 2. yaş (21-40), 3. yaş (41-60), 4. yaş (61-80) ve 5. yaş (yaş>80 ) olarak belirlenmiştir. Karbon depolamayı belirlemek için kök ağırlığının% 40'ı karbon olarak alınmıştır. Net kök üretimini belirlemek için maksimum-minimum yöntemi kullanılmıştır (Scurlock et al., 2002).

Verilerin değerlendirilmesinde varyans ve korelasyon istatistiksel analiz tekniklerinden faydalanılmıştır.

## **3. BULGULAR ve TARTIŞMA**

Bahar döneminde, deneme alanlarındaki kılcal kök miktarı (0-2mm) 3022 kg/ha ile 7478 kg/ha arasında, ince kök miktarı(2-5mm) 801 kg/ha ile 3477 kg/ha arasında; kaba kök miktarı (5-10 mm) ise 900 kg/ha ile 8177 kg/ha arasında değişim göstermiştir. Güz döneminde ise bu değişimler kılcal kökte 3690 kg/ha ile 8580 kg/ha aralığında, ince kökte 1113 kg/ha ile 4352 kg/ha aralığında, kaba kökte ise 838 kg/ha ile 20897 kg/ha aralığında değişmiştir.

Yaş sınıflarına göre ortalama kök miktarına baktığımızda en fazla kılcal kök her iki dönemde de 3. yaş sınıfında bulunmuştur(bahar: 5175 kg/ha, güz: 6223 kg/ha). En fazla ince kök miktarı ise 5. yaş sınıfında bulunmuştur. Kaba kök kütlesinde ise en fazla miktar bahar döneminde 4. yaş sınıfında bulunmuşken, güz döneminde ise 5 yaş sınıfında bulunmuştur. Ortalama toplam kök miktarları incelendiğinde ise bahar döneminde en fazla

kök miktarı 11449 kg/ha ile 4. yaş sınıfında çıkmışken, güz döneminde en fazla miktar yine 5. yaş sınıfında çıkmıştır. Yaş sınıfı arttıkça kaba kök miktarı artmakta dolayısı ile toplam kökte daha fazla artış göstermektedir(Çizelge 1, Şekil 1).

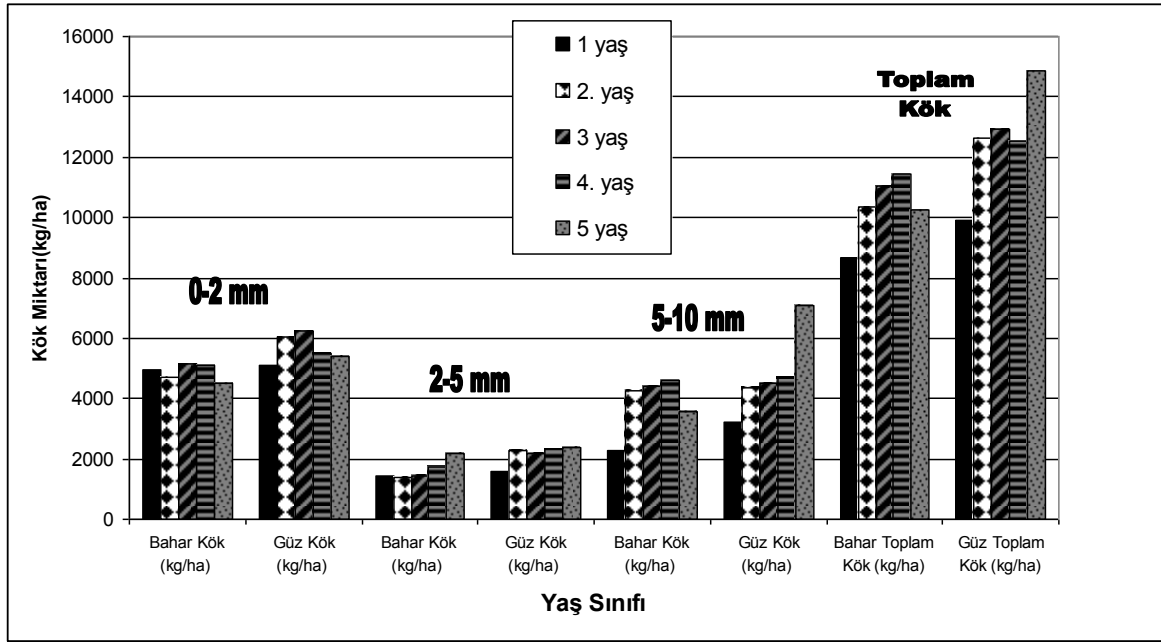
Yapılan varyans analizi sonucunda yaş sınıfları arasında bahar dönemindeki ince kök miktarı bakımından ( $P=0.01$ ), bahar dönemi kaba kök miktarı bakımından ( $P=0.037$ ), bahar dönemi toplam kök miktarı bakımından ( $P=0.032$ ) ve güz dönemi toplam kök miktarları bakımından anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Yaş sınıfları arasında güz dönemi kılcal, ince ve kaba kök ile bahar dönemi kılcal kök miktarları bakımından anlamlı farklılık bulunmamıştır( $P>0.05$ ). Korelasyon analizi sonucunda ise yaş sınıfı ile güz dönemindeki ince kök miktarı, kaba kök miktarı, bahar dönemindeki ince kök miktarı ile her iki dönemdeki toplam kök miktarları arasında istatistik anlamda ilişki bulunmuştur.

Net üretim incelendiğinde ise, kılcal ve ince kök miktarında en fazla üretim 2. yaş sınıfında sırasıyla 1332 kg/ha ve 885 kg/ha olarak bulunmuştur. Kaba kök miktarında ve toplam kök miktarında ise en fazla 5. yaş sınıfında, sırasıyla 3517 kg/ha ile 4627 kg/ha olarak bulunmuştur(Çizelge 2, Şekil 2). Kaba köklerin besin maddesi alımında rol oynamadıklarını göz önünde bulundurduğumuzda, farklı yaşlardaki sarıçam meşcerelerinde en yoğun kök rekabetinin yaşandığı yaşların 20 ile 40 yaşlar arası olduğu ortaya çıkmaktadır.

Karbon stok miktarlarını incelediğimizde, mevsim sonu itibari ile kılcal kökte en fazla stok 3. yaş sınıfında(2,49 ton/ha), ince kök ve kaba kökte ise 5. yaş sınıfında (0,96 ton/ha- 2,82 ton/ha) bulunmuştur (Çizelge 3, Şekil 3). Karbon depolama miktarlarına bakıldığında ise ince ve kılcal köklerde en fazla karbon depolama 2. yaş sınıfında, kaba köklerde ise en fazla 5. yaş sınıfında gözlemlenmiştir. Toplam kökte en fazla karbon depolama miktarı ise 5. yaş sınıfında(5,94 ton/ha) bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 1. Farklı yaş sınıflarındaki kılcal kök, ince kök ve kaba kök miktarları (kg/ha)

|                    |       | <b>1. Yaş</b> | <b>2. Yaş</b> | <b>3. Yaş</b> | <b>4. Yaş</b> | <b>5. Yaş</b> |
|--------------------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Kılcal Kök (0-2mm) | Bahar | 4934          | 4694          | 5175          | 5094          | 4493          |
|                    | Güz   | 5079          | 6026          | 6223          | 5512          | 5394          |
| İnce Kök (2-5 mm)  | Bahar | 1453          | 1373          | 1448          | 1746          | 2192          |
|                    | Güz   | 1592          | 2257          | 2174          | 2323          | 2401          |
| Kaba Kök (5-10 mm) | Bahar | 2298          | 4279          | 4400          | 4610          | 3544          |
|                    | Güz   | 3214          | 4366          | 4513          | 4706          | 7061          |
| Toplam Kök         | Bahar | 8685          | 10345         | 11022         | 11449         | 10229         |
|                    | Güz   | 9885          | 12649         | 12909         | 12541         | 14856         |



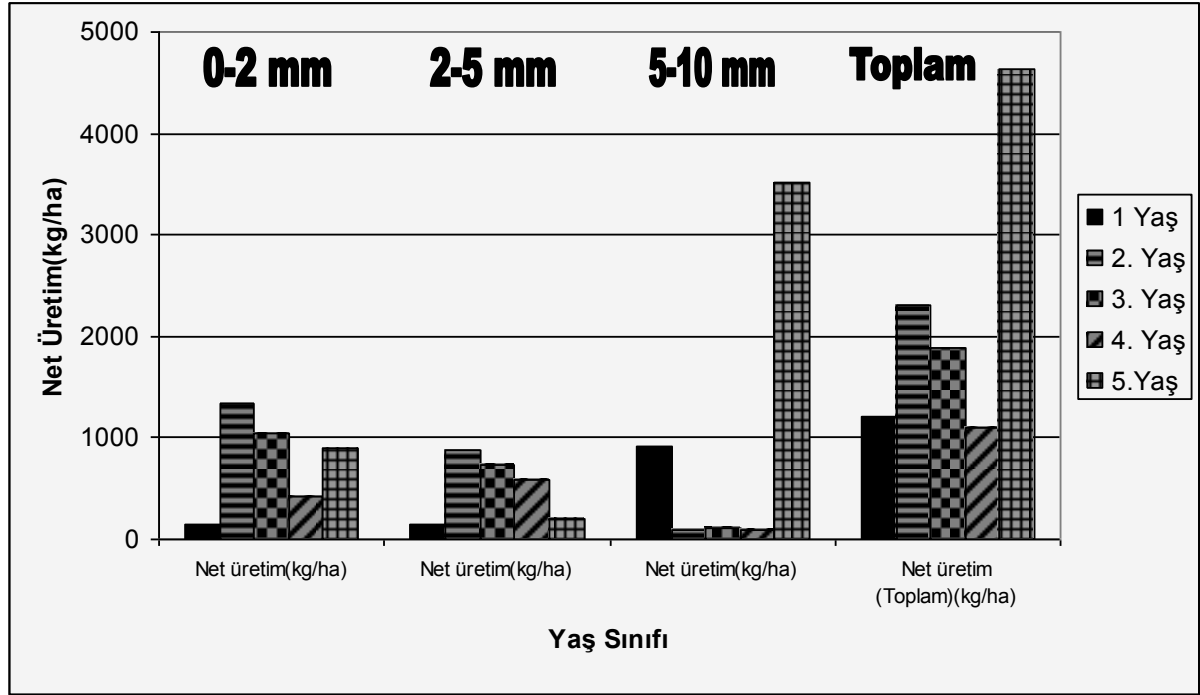
Şekil 1. Yaş sınıflarına göre kılcal (0-2 mm), ince (2-5mm) ve kaba (5-10 mm) kök kütlesinde ve toplam kökteki mevsimsel değişim (kg/ha).

Çizelge 2. Farklı yaş sınıflarındaki sarıçam meşcerelerindeki net kök üretim miktarları (kg/ha)

|                        | 1. Yaş | 2. Yaş | 3. Yaş | 4. Yaş | 5. Yaş |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kılcal Kök (0-2mm)     | 145    | 1332   | 1048   | 418    | 901    |
| İnce Kök (2-5 mm)      | 140    | 885    | 726    | 577    | 209    |
| Kaba Kök (5-10 mm)     | 915    | 87     | 113    | 96     | 3517   |
| Net Toplam Kök Üretimi | 1200   | 2304   | 1887   | 1092   | 4627   |

Çizelge 3. Farklı yaş sınıflarındaki kılcal ince kaba ve toplam kök miktarındaki karbon stokları miktarları (ton/ha)

|                     | 1 Yaş | 2. Yaş | 3. Yaş | 4. Yaş | 5. Yaş |
|---------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Bahar Kök (0-2 mm)  | 1,97  | 1,88   | 2,07   | 2,04   | 1,80   |
| Güz Kök (0-2 mm)    | 2,03  | 2,41   | 2,49   | 2,20   | 2,16   |
| Bahar Kök (2-5 mm)  | 0,58  | 0,55   | 0,58   | 0,70   | 0,88   |
| Güz Kök (2-5 mm)    | 0,64  | 0,90   | 0,87   | 0,93   | 0,96   |
| Bahar Kök (5-10 mm) | 0,92  | 1,71   | 1,76   | 1,84   | 1,42   |
| Güz Kök (5-10 mm)   | 1,29  | 1,75   | 1,81   | 1,88   | 2,82   |
| Bahar Toplam Kök    | 3,47  | 4,14   | 4,41   | 4,58   | 4,09   |
| Güz Toplam Kök      | 3,95  | 5,06   | 5,16   | 5,02   | 5,94   |



Şekil 2. Farklı yaşlardaki sarıçam meşcerelerinde yaş sınıflarına göre kılcal (0-2 mm), ince (2-5mm) ve kaba (5-10 mm) kök kütlesinde ve toplam kökteki mevsimsel değişimler (kg/ha).

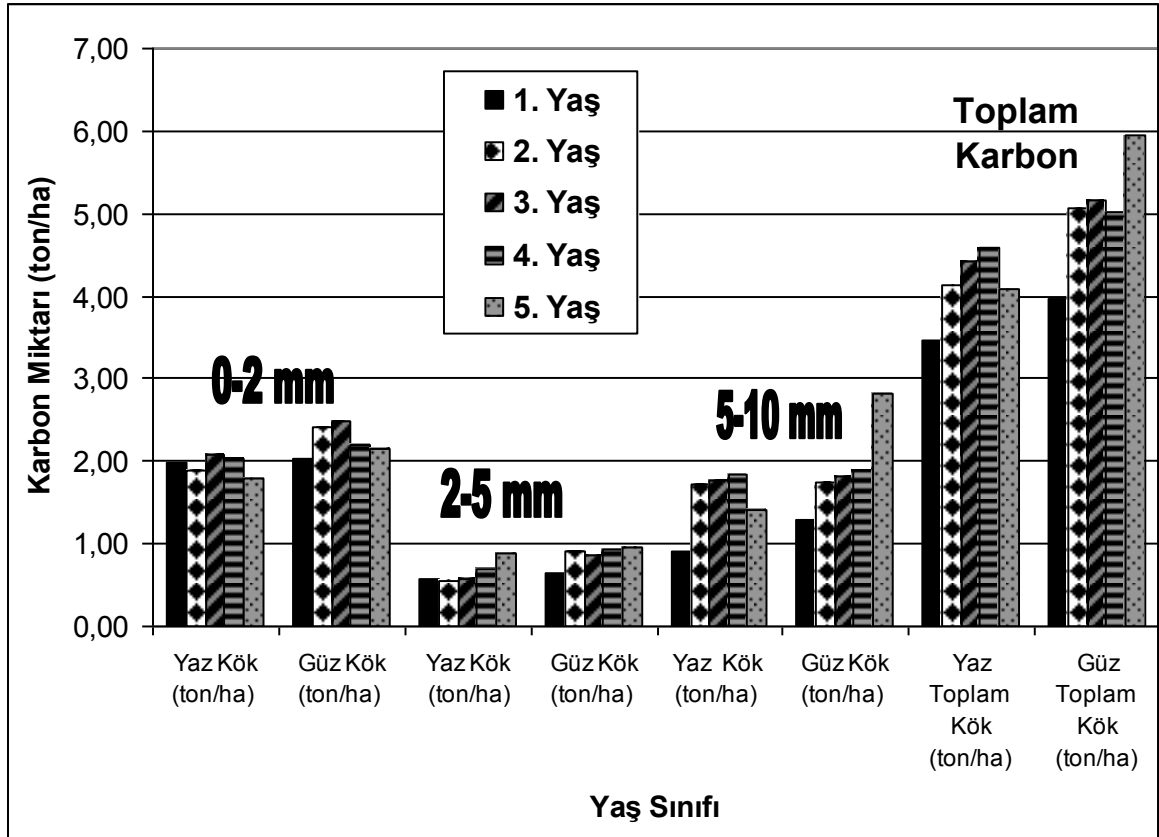
Çizelge 4. Farklı yaşlardaki sarıçam meşcerelerinde yaş sınıflarına göre köklerde depolanan karbon miktarlarının değişimleri (kg/ha/yıl)

|                    | 1. Yaş | 2. Yaş | 3. Yaş | 4. Yaş | 5. Yaş |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kılcal Kök (0-2mm) | 58     | 533    | 419    | 167    | 360    |
| İnce Kök (2-5 mm)  | 56     | 354    | 290    | 231    | 84     |
| Kaba Kök (5-10 mm) | 366    | 35     | 45     | 38     | 1407   |
| Toplam Kök         | 480    | 922    | 755    | 437    | 1851   |

#### 4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Farklı yaşlardaki sarıçam meşcerelerinde kök kütleleri, yıllık kök üretim miktarları, karbon miktarları ve depolanan karbon farklılık göstermektedir.

Yaş sınıflarında göre kılcal kök miktarı bahar döneminde 4493 kg/ha ile 5715 kg arasında güz döneminde ise 5079 kg/ha ile 6223 kg/ha arasında değişim göstermiştir. İnce kök miktarı bahar döneminde 1373 kg/ha ile 2192 kg/ha arasında değişim gösterirken güz döneminde ise bu değişim 1592 ile 2401 kg/ha arasında olmuştur. Kaba kök miktarı incelendiğinde değişimler bahar döneminde 2298 ile 4610 arasında, güz



Şekil 3. Farklı yaşlardaki sarıçam meşcerelerinde yaş sınıflarına göre kılcal (0-2 mm), ince (2-5mm), kaba (5-10 mm) ve toplam köklerdeki karbon stoklarının mevsimsel değişimleri (kg/ha).

döneminde ise 3214 kg/ha ile 7061 arasında olmuştur. Toplam kök miktarı bahar döneminde 8685 kg/ha ile 11449 arasında güz döneminde ise 9885 ile 14856 kg/ha değişim göstermiştir.

Yaş sınıflarına göre kökteki net üretimler incelendiğinde ise, kılcal kökte 145kg/ha ile 1332 kg arasında, ince kökte 140 kg/ha ile 885 kg/ha arasında, kaba kökte 87 kg/ha ile 3517 kg/ha arasında değişim göstermiştir. Toplam kökteki değişim ise 1092 kg/ha ile 4627 kg/ha arasında görülmüştür.

Karbon depolama değerleri bakımından değerlendirdiğimizde mevsim sonu itibari ile incelendiğinde kılcal kökte 2,03 ton/ha ile 2,49 ton/ha arasında, ince kökte, 0,64 ton/ha ile 0,96 ton/ha arasında, kaba kökte ise 1,29 ton/ha ile 2,82 ton/ha olarak değişimler

bulunmuştur. Toplam kökte ise karbon depolama 3,95 ton/ha ile 5,94 ton/ha arasında değişim göstermiştir.

Kaba köklerin besin maddesi alımında rol oynamadıklarını göz önünde bulundurduğumuzda, farklı yaşlardaki sarıçam meşcerelerinde en yoğun kök rekabetinin yaşandığı yaşlar 20 ile 40 yaşlar arasındır. Dolayısı ile bu yaşlarda meşcereye yapılacak bakım müdahaleleri odun üretimi noktasında olumlu sonuç verecek ve net üretimin daha fazla kısmının toprak üstüne yönelmesine imkan tanıyacaktır.

## 5. KAYNAKLAR

- Alemdağ, Ş., 1980. Manual of data collection and processing for the development of forest biomass relationships. Petawawa natl. For. Inst. Can. For. Serv. Inf. Rep. PI-X-4.
- Barnest, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R. and Spurr, S. H. 1998. Forest Ecology. 4 th Edition. John Willey and Sons Newyork.
- Brown, S., Lugo. A.E. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. Biotropica. 14(3): 161-187.
- Cairns, M., S. Brown, E. Hemler, and G. Boumgardner. 1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. Oecologia 111:1-11
- Casper, B. B. and Jackson R. B. 1997. Plant Competition Underground. Annu. Rev. Ecol. Syst. 28: 545-570.
- Keyes, M. R., and C. C. Grier. 1981. Above and below ground net production in 40 year-old Douglas-fir stands on low and high productivity sites. Can. J. For. Res., 11: 599-605.
- Küçük, M., 2006. Genç karaçam meşcerelerinde yangının toprak solunumu, kök kütlesi ve toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Özbayram, A.K. 2006. Farklı arazi kullanımlarının toprak solunumuna olası etkilerinin araştırılması. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Scurlock, J.M.O.; Johnson, K. and Olson, R.J. 2002. Estimating net primary productivity from grassland biomass dynamics measurements. Global Change Biology 8: 736-753.
- Tüfekçioğlu, A., Yüksek, T. ve Kalay, H. Z. 2002. Gümüşhane İli Torul İlçesi yalancı akasya ağaçlandırmalarının biyokütle ve bazı toprak özellikleri yönünden incelenmesi. Gümüşhane ve Yöresinin Kalkınması Sempozyumu. 23-25 Ekim, 2002, Gümüşhane.
- Tüfekçioğlu, A., S. Güner, M. Küçük. 2004. Root biomass and carbon storage in oriental spruce an beech stands in Artvin, Turkey. J. Environ. Biol. 25(1): 317-320.
- Tüfekçioğlu, A., S. Güner, F. Tilki, 2005. Thinning effects on production, root biomass, and some soil properties in a young oriental beech stand in Artvin, Turkey. J. Environ. Biol. 26(1): 91-95.