



Research Article

RESEARCH ON THE MASS AND CARBON CONTENT OF DEAD WOOD COMPONENTS IN DIFFERENT STAND TYPES IN KAHRAMANMARAŞ BAŞKONUS RESEARCH FOREST

Seda TAT^{1,*}, Mahmut REİS^{1,b}

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Department of Forest Engineering, Kahramanmaraş, Turkey

*Corresponding Author: t.seda8807@gmail.com

ORCID ID^a: 0000-0002-3123-8869

ORCID ID^b: 0000-0002-1389-9276

Received: 29 April 2022; Accepted: 30 June 2022; Published: 30 June 2022

Abstract

There is a linear relationship between global warming and carbon emissions. Biomass is used in carbon calculations in forest areas, which has an extremely important place in the carbon cycle, and studies on carbon storage values of dead materials in forest areas are extremely insufficient. In this study, the masses (t/ha) and carbon contents of dead wood and dead branch components (t/ha) of pure Red Pine (*Pinus brutia* Ten.), Black Pine (*Pinus nigra* Arnold) and Taurus Fir (*Abies cilicica* Carr.) growing naturally under similar conditions were determined according to different tree species. The research was carried out within the borders of Başkonuş Research and Application Forest in Kahramanmaraş province of Turkey. In order to evaluate the stand and establishment types by determining the number of sample areas with a preliminary inventory study in the research area, 5 circular sampling areas were taken in each layer to reflect the general characteristics of the stand in each stand and a total of 15 sample areas were taken (3×5 replicates sample area = 15 sample area). Carbon content analysis of dead materials was carried out with Elemental Analyzer. According to the tree species, the average dead wood mass values in the research area were in Red Pine, Black Pine, Fir stands, respectively; it was determined as 46.584 t/ha, 9.194 t/ha, 40.402 t/ha. According to the results obtained, the average dead wood carbon contents in the research area according to the tree species in the Red Pine, Black Pine and Fir stands respectively; it was determined as 51.153%, 54.749%, 53.415%. Similarly; according to tree species, the average dead branch mass values in the study area are respectively in Red Pine, Black Pine and Fir stands; 4.286 t/ha, 5.846 t/ha, 11.563 t/ha has been determined. According to the results obtained, the average carbon content of dead branches in the study area according to tree species in Red Pine, Black Pine and Fir stands, respectively; it was determined as 51.780%, 55.529%, 54.180%. As a result of the research, it has been determined that the lignin content is the most important factor that changes the carbon content of dead wood among tree species. This research has revealed that dead wood

components in different stands in the forests in our country also store a significant amount of carbon, and that dead materials should be used in calculations to determine carbon pools.

Keywords: Dead wood, dead branch, carbon contents, mass of dead material

Araştırma Makalesi

KAHRAMANMARAŞ BAŞKONUŞ ARAŞTIRMA ORMANINDA FARKLI MEŞCERE TİPLERİNDE ÖLÜ ÖDÜN BİLEŞENLERİNİN KÜTLESİ VE KARBON İÇERİKLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Özet

Küresel ısınma ile karbon salınımı arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur. Karbon döngüsünde son derece önemli bir yer tutan orman alanlarında biyokütle karbon hesaplamalarında kullanılmakta olup, ormanlık alanlarda yer alan ölü materyallerin karbon depolama değerleri ile ilgili olarak yapılan araştırmalar son derece yetersizdir. Yapılan bu araştırmada benzer koşullarda doğal yayılış gösteren saf Kızıldağ (*Pinus brutia* Ten.), Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ve Toros Göknaarı (*Abies cilicica* Carr.) ölü odun ve ölü dal bileşenlerinin kütleleri (t/ha) ve karbon içeriklerinin (%C) farklı ağaç türlerine göre değişimi tespit edilmiştir. Araştırma Türkiye'nin Kahramanmaraş ili Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı sınırları içinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sahasında bir ön envanter çalışması ile örnek alan sayısı tespit edilerek meşcere ve kuruluş tiplerinin değerlendirilebilmesi için her bir meşcere meşcerenin genel karakteristiklerini yansıtabilecek şekilde her katmanda 5'er adet dairesel örnekleme alanı alınmış ve toplamda 15 adet örnek alan alınmıştır (3×5 tekrar örnek alan= 15 örnek alan). Ölü materyallerin karbon içerikleri analizi Elemental Analiz Cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda; ağaç türlerine göre araştırma alanındaki ortalama ölü odun kütle değerleri Kızıldağ, Karaçam, Göknaar meşcerelerinde sırasıyla; 46.584 t/ha, 9.194 t/ha, 40.402 t/ha olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ağaç türlerine göre araştırma alanındaki ortalama ölü odun karbon içerikleri Kızıldağ, Karaçam, Göknaar meşcerelerinde sırasıyla; % 51.153 % 54.749, % 53.415 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde; ağaç türlerine göre araştırma alanındaki ortalama ölü dal kütle değerleri Kızıldağ, Karaçam, Göknaar meşcerelerinde sırasıyla; 4.286 t/ha, 5.846 t/ha, 11.563 t/ha olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ağaç türlerine göre araştırma alanındaki ortalama ölü dal karbon içerikleri Kızıldağ, Karaçam, Göknaar meşcerelerinde sırasıyla; % 51.780, % 55.529; % 54.180 olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda ağaç türleri arasında lignin içeriğinin ölü odun karbon içeriğini değiştiren en önemli faktör olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırma ülkemizde yer alan ormanlarda farklı meşcerelerdeki ölü odun bileşenlerinin de önemli miktarda karbon depoladığını, karbon havuzlarının belirlenmesinde ölü materyallerin hesaplamalarda kullanılması gerektiğini ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: Ölü odun, ölü dal, karbon içerikleri, ölü materyal kütlesi

1. GİRİŞ

Atmosferdeki CO₂'nin organik madde haline dönüşmesi, bitkilerin yaprak miktarına bağlıdır. Karasal ekosistemler içerisinde ormanlar, diğer bitki topluluklarına göre en fazla yaprak miktarına sahip olduklarından meralara ve tarımsal bitki topluluklarına oranla daha fazla CO₂

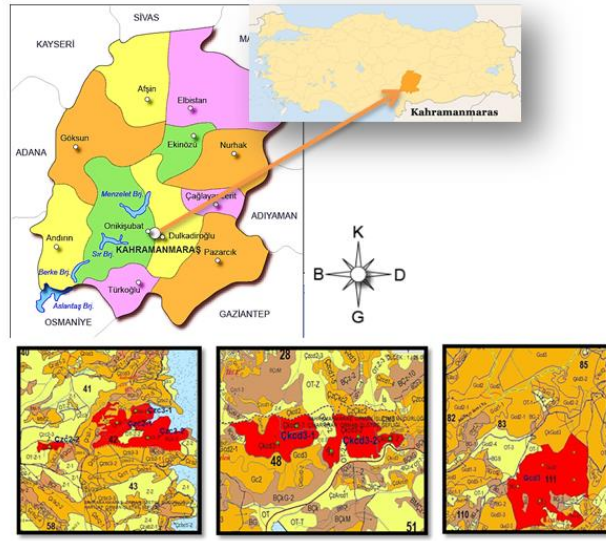
tüketmektedir dolayısıyla küresel ısınmanın yavaşlatılmasında ormanlar ön plana çıkmaktadır. Orman ekosistemleri ve okyanuslar yeryüzünün iki önemli karbon havuzudur. Bu çevrimde ortaya çıkan tabloya göre, yeryüzündeki orman ekosistemleri atmosferden her yıl 100 cigaton CO₂ almalarına rağmen bunun yarısını geri vermektedir. Yeryüzündeki ikinci karbon havuzu olan okyanuslar ise, aldıkları 104 cigaton CO₂'nin 100 cigatonunu geri vermektedir. Ormanların bu yönden olan üstünlükleri de bu ekosistemlerin tek çare olduğunu ortaya koymaktadır (Zengin ve ark., 2007). Karbon depolama miktarının belirlenmesine ilişkin ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde, sadece toprak üstü biyokütle de ya da sadece toprak altı biyokütle de depolanan karbon miktarının belirlendiği görülmektedir. Çok az sayıda yapılmış çalışmada ise ölü odunda depolanan karbon miktarı belirlenmiştir. Bu nedenle, orman ekosistemi bir bütün olarak değerlendirildiğinde, ekosistemi oluşturan tüm karbon havuzlarında depolanan karbon miktarının bilinmesi gerekmektedir (Erkut, 2013). Ölü ağaç terimi; orman ekosistemi içerisindeki dikili kuru ve devrilmiş ağaç gövdelerinin (yatık durumdaki ölü ağaçlar) tümü için kullanılan bir terimdir (Çolak ve Asan, 2010). Ölü ağaçlar, doğal ormanların yaşam evrelerinin gidişatında yani ormanların stabilite ve dengesi açısından önemli rol almaktadır. Bir ağaç öldüğü zaman meşçerenin tepe çatısında bir boşluk oluşturur. Bu süreçte toprak yüzeyine daha fazla ışık gelmesi durumunda nem oranı artar. Ölü ağacın parçalanması ile birlikte toprak karbon ve besin maddelerince (özellikle kalsiyum ve magnezyum bakımından) zenginleşir ve bu elementler humus oluşumunda önemli rol oynar. Devrilmiş yani yatık ölü ağaçlar ise toprağın mikro ikliminin dengelenmesine, kısmen toprağın besin maddelerinin yıkanmasına ve toprağın erozyona uğramasına engel teşkil etmektedir (Pasinelli ve Suter, 2000). Ölü ağacın zamansal çeşitliliği parçalanma (ayırışma) süreçleriyle ortaya konur. Bu odunun kalınlık, dayanıklılık gibi fiziksel ve lignin, selüloz gibi kimyasal özelliklerdeki değişimlerle ilgilidir. Ölü ağacın parçalanmasındaki temel süreç, mikroorganizmalar (mantarlar, bakteriler) aracılığıyla respirasyon (solunum) yüzünden organik materyalin (karbon) kaybıdır. Özellikle biyolojik aktiviteler (özellikle böcekler) ve fiziksel süreçler (don vb.) ölü ağacın parçalanmasına neden olur ve bununla ekosistem içindeki organik materyalin alansal dolaşması sağlanır. Parçalanma derecesinin artmasıyla birlikte dayanıklılığın azalması parçalanmanın derecesini daha da arttırır. Burada ki en önemli husus parçalanmanın gerçekleşmesiyle ekosisteminden karbon yok olmaz. Tam tersine çoğunlukla toprak ve humus tabakası içerisine taşınır (Herrmann ve Bauhus, 2007). Literatürdeki birçok yayına göre ölü ağaç; 6-7 cm'nin üzerinde çapa sahip ölmüş ağaç gövdeleri olarak kabul edilmektedir. Çalışmaların çoğunda 10 cm'nin üzerindeki çapa sahip ölü ağaçlar kalın çaplı ölü ağaç sınıfına tabi tutulmaktadır. Swanson ve ark., (1976) tarafından kaba (CWD) ve ince ölü ağaç (FWD) arasındaki sınır çapı 10 cm olarak belirtilmiştir. Ölü ağaç işletmecilik faaliyetleri neticesinde meşçerede kalan ölü ağaçlardan (çapı 10 cm'nin altındaki dallar vb.) ekolojik olarak çok daha değerli görülmektedir. Ölü ağacın miktarı ve oranı çok değişken olmakla birlikte yetişme ortamı, odun kalitesi ve ormanın gelişim süreçlerine bağlı olarak değişim göstermektedir (Koch, 1998). Ölü odun bitkilerin ölü örtüye dahil olmayan kalınlıktaki (10 cm'den büyük) dikili ya da yatık ölü odun, kütük kısımlarını kapsamaktadır (FAO, 2010). Orman ekosisteminde ölü odunun temel bileşenleri olarak yatık ve dikili ölü odun, dip kütük, ölü dal (ince ve kalın çaplı ölü odun) önemli C stoklarını temsil eder ve yapıları ve bu odunsu kalıntılar C dinamikleri üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir.

Bu araştırmada, Türkiye' nin Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan Kahramanmaraş Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı'nda doğal yayılış gösteren saf meşçerelerin ölü odun ve ölü dal kütlesi ile organik karbon içerik değerlerinin farklı ağaç türlerine göre değişimi ortaya konulmuş ve bu değerler arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olup olmadığı belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı

Araştırma alanını oluşturan Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesinde yer almakta olup Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü, Kahramanmaraş Orman İşletme Müdürlüğü, Başkonuş Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde (Şekil 1). Başkonuş Orman İşletme Şefliği Kahramanmaraş'ın batısında yer alıp $37^{\circ}56'63''$ kuzey enlemleri ile $36^{\circ}58'35''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Başkonuş Orman İşletme Şefliğinin toplam alanı 20308.4 hektar olup, 11825.8 hektarı ormanlık alan, 8482.6 hektarı da açıklık (Orman içi açıklık, tarım, su, yerleşim yeri vb. gibi) alanlardır (Anonim, 2012).



Şekil 1. Araştırma Alanının Türkiye Haritasındaki Konumu (URL-1) ve Örnekleme Alanları

Akdeniz bölgesinin kuzeydoğusunda yer alan Kahramanmaraş'ın Andırın ilçesi Akdeniz İklimi ile karasal iklimin geçiş sahasında bulunur. Saha Akdeniz bölgesinin Doğu Anadolu ve İç Anadolu bölgesinin birbirine yaklaştığı bir coğrafi konumda ve yeryüzü şekillerinin birbirine yaklaştığı bir coğrafi konumda ve yeryüzü şekillerinin etkisiyle Türkiye'deki makro iklim tiplerinden "Akdeniz iklimine" yakın bir iklim özelliği sergiler. Yıllık ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde Andırın ilçesinin ortalama sıcaklık değeri 12.6°C 'dir. Yine yıl içerisinde aylık ortalama en soğuk ayın Andırın' da 2.8°C ile Şubat ayında gerçekleştiği görülmektedir. Araştırma sahasının iklim özelliklerinin tespit edilmesinde Andırın meteoroloji istasyonuna ait verilerden yararlanılmıştır. Araştırma alanında yıllık ortalama yağış 1427 mm 'dir. Andırın' da yağışın en fazla olduğu ay 192.2 mm ile Ocak ayında gerçekleşir. En az yağış ise 14.9 mm ile Ağustos ayında meydana gelir (Öztürk, 2008). Araştırma alanında Kahverengi Orman Toprağı, Koluviyal Toprak, Kireçsiz Kahverengi Topraklar ve Kireçsiz Kahverengi Orman Toprağı gibi büyük toprak gruplarına ait topraklar bulunmaktadır (Anonim, 2000). Araştırma alanı Türkiye'nin 3 büyük flora bölgesinden biri olan Mediterranean kesiminde yer almaktadır (Anşin, 1983). Araştırma alanlarında odunsu, otsu ve çalı formunda bitki örtüsü mevcuttur. Araştırma alanlarında hakim orman ağaçları türleri Kızılcım (*Pinus brutia*), Karaçam (*Pinus nigra*), Toros Göknarı (*Abies cilicica*), Toros Sediri (*Cedrus libani*), Kerms Meşesi (*Quercus coccifera*), Ardıç (*Juniperus*), Kayın (*Fagus orientalis*), Andız (*Laurus nobilis*), Şimşir (*Buxus*), Gürgen (*Carpinus*) ve Dişbudak (*Fraxinus*) olup bunlar saf veya karışık meşcereler meydana getirmektedirler (Anonim, 2012).

2.2. Yöntem

Bu çalışma sırasıyla arazi, laboratuvar, bilgisayar ve istatistik yöntemler olmak üzere 4 aşamada gerçekleştirilmiştir. Başkonuş Araştırma Ormanında önceden belirlenen örnek alanlardaki ağaçlara ait; ölü odun gövde kesitleri (dikili ve yatık kuru ağaç, dip kütük) ve ölü dal (ince ve kalın çaplı) ile örnek alanların yetiştirme ortamına ait bazı ölçümler araştırma malzemesini oluşturmuştur. Araştırma sahasında bir ön envanter çalışması ile örnek alan sayısı tespit edilerek meşcere ve kuruluş tiplerinin değerlendirilebilmesi için her bir meşcereye meşcerenin genel karakteristiklerini yansıtacak şekilde her katmanda 5'er adet dairesel örnekleme alanı alınmış ve toplamda örnek alan sayısı 15 olmuştur (3×5 tekrar örnek alan= 15 örnek alan). Örnek alanlar birbirinden en az 100 metre aralıklı olacak şekilde belirlenmiştir. Başkonuş Orman İşletme Şefliği'nin içerisinde bulunan 3 farklı meşcere türünden oluşan örnekleme alanları saf Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.), Karaçam (*Pinus nigra* Arnold), Toros Göknarı (*Abies cilicica* Carr.) türlerinin baskın olduğu meşcerelerde her bir örnekleme alanının büyüklüğü 400 m² olacak şekilde alınmıştır. Örneklemenin temelini uygun olarak örnek alan şekli olan daire içinde toplamda 100 m olacak şekilde 25'er metrelik 4 ana pusula yönünde iplerle lineer transekt hat oluşturulmuştur. Hattın merkezinde örnek alan yarıçapı 11.28 m olarak belirlenmiştir. 11.28 m yarıçaplı daire içinde kalan tüm dikili kuru ağaçların çap ve boy ölçümleri yapılmıştır. Transekte degen yatık kuru ağaçların değdikleri noktadan çap/boy ve merkeze olan mesafeleri ölçülerek kaydedilmiştir. Aynı zamanda daire içinde kalan dip kütüklerde de ağaçların çap ve boy ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında dört ana yönde ana merkeze 11.28 m uzaklıktaki örnek noktalardan ölü dal örnekleme için 1×1 m büyüklüğünde örnek alanı temsil edecek şekilde 3 adet rastgele seçilen örnek alanlarda kuadrat (çerçeve) ölçümleri yapılmıştır. Kuadrat içerisine giren ölü odundan küçük boyutlu (10 cm çap) tüm ölü dal (ince ve kalın çaplı) toplanarak ağırlıkları ölçülmüştür. Ölü odun havuzu hem dikili kuru hem de yerde yatan 10 cm'den daha kalın çapta yatık gövdeleri kapsamaktadır. Bu araştırmada 10 cm ve daha kalın çaplı ölü odunlar ölü odunsu materyal olarak kabul edilmiştir. Bazı örnek alanlardaki transekt hat içinde yatık kuru gövdeye rastlanmamıştır. Araziden getirilen ölü dallar; ince çaplı ölü dal ($d_{\text{çap}} < 4.5$ cm) ve kalın çaplı ölü dal ($d_{\text{çap}} \geq 4.5$ cm) olarak sınıflandırılmış ve hassas tartı ile toplam ağırlıkları ölçülmüştür. Örnek alanlardan elde edilen materyallerin her birinden 50 gr olacak şekilde ayrılan dal örnekleri 80 °C'de 48 saat fırında değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutularak fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir. Ölü odun için örnek alan içindeki 10 cm çapından büyük olan (dikili, yatık ve dip kütük) tüm ölü odun kısımları ölçülmüştür. Ölü odunlarda çürüme başladığından dolayı ve bu durumda kuru ağırlık ve karbon değerini etkileyeceğinden ötürü ölü odunların gövdelerinden balta yardımıyla yumru büyüklüğünde gövde kesitleri alınmıştır. Alınan gövde kesitleri yaş ve fırın kurusu ağırlıklarının belirlenmesi ve sonrasında öğütülerek karbon değerlerinin belirlenmesi için laboratuvara getirilmiştir. Sonrasında ölü odun örnekleri fırına konularak (80°C'de 48 saat) fırın kurusu ağırlıkları bulunmuştur. Diğer aşamada; bileşenlerin elementel analiz cihazında karbon miktarlarının belirlenebilmesi için fırın kurusu haline getirilmiş tüm ağaç bileşenleri (ölü odundan alınan parçalar ve ölü dal) öğütme cihazında öğütüldükten sonra analize hazır hale getirilmiştir. Karbon analiz işlemleri ELTRA CS-580 Marka Elemental Analiz Cihazı ile yapılmıştır.

Ölü ağaç türlerine ait gövde kesitlerinin özkütlelerinin farklı olması ve özkütle miktarının da tüm ağaç kütlelerini etkilemesinden dolayı gövde kütlelerinin hesaplanmasında kütle-hacim yoğunluk ilişkisine gerek duyulmuş ve bundan dolayı çalışmanın bu aşamasında gövde özkütleleri (yoğunlukları) belirlenmiştir. Her örnek alandaki meşcere hacminin bulunması için yapılan ölçümlerde dikili kuru, yatık kuru ağaçlara ve dip kütüklere ait hacim elemanları olan göğüs yüksekliğinde ki çapları ve ağaç boyu değerleri kullanılmıştır. Örnek alanlardaki yatık

kuru ağaçlarda yapılan gövde analizi değerleri Huber (orta yüzey) formülü ile hacimlendirilmiştir. Ayrıca dip kütük hacminin belirlenmesinde silindir hacim formülü kullanılarak hesaplama yapılmıştır. Orman ekosistemlerinde yer alan bir ağacın karbon birikimini belirlemek için, öncelikle o ağacın kütlesinin belirlenmesi gerekmektedir. Çalışmada ölü odun ve ölü dal karbon miktarının belirlenebilmesi için öncelikle örneklerin kuru ağırlıkları ait oldukları ölü odunun hacmi ile ilişkiye getirilerek her ögenin kütlesi belirlendikten sonra, bu kütle içindeki karbon içerikleri (%) belirlenmiştir. Sonra ögenin örneklendiği alan ile ilişkiye getirilerek hektardaki ölü odun ve ölü dal kütlesi (t/ha) elde edilmiştir.

Ölü odun, ölü dal kütle (t/ha) ve karbon içeriği (% C) değerlerine ait bu verilerin farklı ağaç türlerine göre değişim gösterip göstermediğini ortaya koymak ve istatistiksel anlamda aralarında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla aritmetik ortalamalara ait bulguların değerlendirilmesinde basit varyans analizi (Anova testi) kullanılmıştır. Varyans analizi sonucuna göre, aritmetik ortalamalara ait farkların istatistiksel açıdan önemli görülmesi halinde, hangi veri grubunun etkili olduğunun belirlenmesi için $p:0.05$ güven düzeyinde gruplar arasındaki farklılıklar Duncan Testi ile analiz edilmiştir. İki değişkenin birbirleriyle olan ilişkisinin kuvvetini, yönünü ve önemini anlayabilmek için ölü odun ve ölü dal numunelerinin bazı özellikleri arasında Korelasyon analizi uygulanmıştır. Tüm bu işlemler için SPSS 22.0 programından yararlanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Ölü Odun Bileşenlerinin Kütle Değerleri

Dikili Kuru Ağaç Kütlesi

Harmon ve ark., (1986) genellikle kaba odunsu döküntü olarak adlandırılan ölü odunu (CWD) ölü odunsu biyokütle, ölü gövdeler ve kütükler olarak tanımlamıştır. Ölü odun biyokütlesinin orman ekosistemlerinin işleyişinde ve üretkenliğinde kilit bir rol oynadığı belirtilmiştir (Harmon ve ark., 1986; Humphrey ve ark., 2004). Çalışmamızda çapı 10 cm veya daha büyük olan ölü odun gövdeleri ve dalları ölü odun havuzunu oluşturmuştur. Ölü odunsu bileşenlerden $d_{\text{çap}} < 4.5$ cm olanlar ince çaplı ve $d_{\text{çap}} \geq 4.5$ cm olanlar ise kalın çaplı ölü dal olarak sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada ölü odun; dikili kuru ağaç, yatık kuru ağaç ve dip kütük bileşenlerinden ibarettir.

Araştırma alanının ortalama dikili kuru ağaç kütle değerleri; Kızılcı meşceresinde 4.227 t/ha; Karaçam meşceresinde 8.114 t/ha ve Gökmar meşceresinde 4.061 t/ha olarak belirlenmiştir. Yapılan Varyans analizi sonucunda dikili kuru ağaç kütlesi bakımından farklı ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0,05$) (Tablo 1). Yapılan Korelasyon analizi sonucuna göre; dikili kuru ağaç kütlesi değerleri ile yatık kuru ağaç kütlesi ($r = 0,652^*$) ve ölü odun kütlesi ($r = 0,323^*$) değerleri arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Dikili kuru ağaç kütle miktarı açısından en yüksek değeri Karaçam odunu almıştır. Bu durum Karaçam odununun kimyasal bileşeni olan lignin oranının diğer türlere göre yüksek olmasından ileri gelebilir. Sonuçlara göre; Karaçam odununun diğer ağaç türlerine nazaran lignin oranının daha fazla olmasından dolayı mantar aktivitelerine karşı yani çürümeye karşı daha dayanıklı olması gösterilebilir. Kılıç ve ark. (2010) tarafından Karaçam basınç odununun

kimyasal özelliklerinden biri olan lignin oranı ortalama % 31.80 olarak belirtilmiştir. Erten ve İter (1995) tarafından yapılan çalışmada, Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) odunun kimyasal bileşenlerinden biri olan lignin oranını % 38.85 olarak tespit etmişlerdir. Karaçam odununun lignin oranı diğer türlere göre oldukça yüksek bulunmuştur. Ayrıca yaptıkları çalışma sonucuna göre; Karaçam odununun çap gruplarına ve yörelere göre de lignin değerlerinin değiştiği belirtilmiştir. Bozkurt ve Erdin (2011) tarafından farklı ağaç türlerine göre değişik oranlarda bulunan ligninin odunun ¼'ünü oluşturduğu ayrıca ligninin hücreler arasında onları birleştiren bir madde olarak bulunduğu ve hücre çeperinde hücrelere sertlik verdiği belirtilmiştir. Ligninin basıncı stabilize ederek rutubet karşısında şişmeyi azaltan bir madde olarak rol oynadığı ve odunda çürümeye ve böcek saldırılarına karşı dayanıklılık sağladığı ifade edilmiştir. Tank (1974) tarafından iğne yapraklı ağaç türlerinden *Abies bornmülleriana* odunlarının lignin oranı % 28.64, Tank (1964) *Abies nordmanniana* odunlarının lignin oranı % 30.02, *Abies cillicica* odunlarının lignin oranı ise % 29.12 olarak bulunmuştur. Bu durum aynı ağaç türlerinin varyasyonları arasında bile odunların kimyasal bileşenlerinden lignin oranlarında farklılık olabileceğini göstermektedir. Yapılmış araştırmalar neticesinde birim alandaki dikili kuru ağaç kütle değerlerinin iklim, yetiştirme ortamı koşulları, orman yapısı ve ağaç türlerinin odunlarının kimyasal yapılarından dolayı (lignin ve holoselüloz) farklı ağaç türlerine göre de değişim gösterdiği anlaşılmıştır.

Yatık Kuru Ağaç Kütlesi

Araştırma alanının ortalama yatık kuru ağaç kütle değerleri; Kızılcıçam meşçeresinde 66.690 t/ha, Karaçam meşçeresinde 8.975 t/ha ve Gökmar meşçeresinde 63.983 t/ha olarak belirlenmiştir. Varyans analizi sonucunda yatık kuru ağaç kütlesi bakımından ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre ortalama yatık kuru ağaç kütle değerleri bakımından Kızılcıçam ile Karaçam; Karaçam ile Gökmar meşçereleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (Tablo 1). Korelasyon analizi sonucuna göre; yatık kuru ağaç kütlesi değerleri ile ölü odun kütlesi ($r = 0,997^{**}$) değerleri arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Çalışma sonucuna göre; ölü odun bileşeni olan yatık kuru ağaç kütle miktarları arasında farklar bulunmaktadır. Farklı ağaç türlerine göre yatık kuru ağaç kütlesi 8.975 t/ha (Karaçam) ile 66.690 t/ha (Kızılcıçam) arasında değişim göstermiştir. Lombardi ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada ölü odun türü ve miktarının, orman yönetim şekilleri de dahil olmak üzere meşçere tipine, toprak ve iklim özelliklerine bağlı olduğu ifade edilmiştir. Clark ve ark. (2002) tarafından Kosta Rika'daki La Selva tropikal ormanlarında yatık ölü odun kütlesi 46.3 Mg/ha olarak bulunmuştur. Yatık ölü odun kütle miktarının farklı değer aralıklarına sahip olması hacim parametresi olan çap ve boya bağlı olabileceği gibi birim alandaki ağaç sayılarının farklı olmasından da kaynaklanabilmektedir.

Dip Kütük Kütlesi

Araştırma alanının ortalama dip kütük kütle değerleri; Kızılcıçam meşçeresinde 0.130 t/ha, Karaçam meşçeresinde 0.681 t/ha ve Gökmar meşçeresinde 0.743 t/ha olarak belirlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre (%5 önem düzeyinde) dip kütük kütlesi bakımından ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0,05$) (Tablo 1). Yapılan korelasyon analizine göre diğer ağaç bileşenleri ile dip kütük arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir (Tablo 2).

Çalışma sonucunda bulunan dip kütük kütle miktarları ağaç türlerine göre 0.130 t/ha (Kızılcım) ile 0.743 t/ha (Göknar) arasında değişim göstermiştir. En yüksek dip kütük kütle miktarı Göknarda bulunmuştur. Bir kütüğün odun yoğunluğu; ağaç türü, coğrafi konum ve diğer çevresel faktörler gibi alan kalitesi, ağaç yaşı ve boyutu, büyüme hızı ve genetik faktörler vb. gibi çok sayıda faktörden etkilenir (Harmon ve ark., 1986; Repola, 2006). Çömez (2010) tarafından yapılan çalışma sonucunda alanda yapılan kesimlerle ağaç kütlelerinin önemli bir kısmının alandan çıkarılmasıyla ve buna bağlı olarak meşcere kapalılığının azalmasından dolayı kütle miktarının daha az bulunduğu belirtilmiştir.

Ölü Odun Kütleli

Araştırma alanının ortalama ölü odun kütle değerleri; Kızılcım meşceresinde 46.584 t/ha, Karaçam meşceresinde 9.194 t/ha ve Göknar meşceresinde 40.402 t/ha olarak belirlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre (%5 önem düzeyinde) ölü odun kütleli bakımından ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Duncan testi sonuçlarına göre ortalama ölü odun kütle değerleri bakımından Kızılcım ile Karaçam, Göknar ile Karaçam meşcereleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (Tablo 1). Korelasyon analizi sonucuna göre; ölü odun kütleli değerleri ile ölü dal kütleli ($r = 0,240^*$) değerleri arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Araştırma alanındaki ağaç türlerine göre kütle miktarları birbirinden farklılıklar göstermektedir.

Çalışma sonuçlarında ölü odun ortalama kütle miktarı olarak en yüksek değeri Kızılcım meşceresi almıştır. Bunun sebebi, Kızılcım odununun lignin içeriğine bağlı olabilir. Fengel ve Wegener (1984) tarafından lignin dağılımının ağaç türlerinin farklı kısımlarında değişkenlik gösterebileceği belirtilmiştir. Fridman ve Walheim (2000) tarafından yapılan çalışmada ölü odunun miktar ve yapısını; farklı ağaç türlerine, meşcere yaşına ve coğrafi konuma göre değişim gösterdiği ifade edilmiştir. Aynı zamanda şiddetli silvikülterel müdahale görmemiş kesim yapılmayan ormanlarda bulunan ölü odun miktarının düzenli kesim yapılarak işetlenen ormanlarda bulunan ölü odun miktarından daha fazla olduğu belirtilmiştir (Rouviainen ve ark., 2002, Köster ve ark., 2005).

İnce Çaplı Ölü Dal Kütleli

Bu çalışmada ölü dal kütle miktarları 2 farklı bileşen altında incelenmiştir. Ölü dal bileşenleri sırasıyla ince çaplı ölü dal ($d_{\text{çap}} < 4.5$ cm), kalın çaplı ölü dal ($d_{\text{çap}} \geq 4.5$ cm) ve toplam ölü dal şeklinde sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Araştırma alanının ortalama ince çaplı ölü dal kütle değerleri; Kızılcım meşceresinde 2.960 t/ha, Karaçam meşceresinde 4.467 t/ha ve Göknar meşceresinde 8.638 t/ha olarak belirlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre (%5 önem düzeyinde) ince çaplı ölü dal kütleli bakımından ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Duncan testi sonuçlarına göre ortalama ince çaplı ölü dal değerleri bakımından Kızılcım ile Göknar meşcereleri arasında; Karaçam ile Göknar meşcereleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (Tablo 1). Yapılan Korelasyon analizi sonucuna göre; ince çaplı ölü dal kütleli değerleri ile ölü dal kütleli ($r = 0,907^{**}$) arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Araştırma sonucunda bulunan ince çaplı ölü dal kütle miktarları farklı ağaç türlerine göre; 2.960 t/ha (Kızılcım) ile 8.638 t/ha (Göknar) arasında değişim göstermiştir. Oswald ve ark. (2008) tarafından yarı tropik nemli ormanlarda; ölü odunsu materyal bileşenlerinin hektar başına miktarları ince çaplı odunda 4.60 Mg/ha, yarı tropik kuru ormanlarda ise; ölü odunsu

materyal bileşenlerinin hektar başına miktarları ince çaplı odunda 3.81 Mg/ha olarak bulunmuştur.

Kalın Çaplı Ölü Dal Kütlesi

Araştırma alanının ortalama kalın çaplı ölü dal kütle değerleri sırasıyla; Kızılcım meşceresinde 3.978 t/ha, Karaçam meşceresinde 2.955 t/ha ve Gökmar meşceresinde 4.876 t/ha olarak belirlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre; (%5 önem düzeyinde) kalın çaplı ölü dal kütlesi bakımından ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Duncan testi sonuçlarına göre; ortalama kalın çaplı ölü dal değerleri bakımından Gökmar ile Karaçam meşcereleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (Tablo 1). Korelasyon analizi sonucuna göre; kalın çaplı ölü dal kütlesi değerleri ile ölü dal kütlesi ($r = 0,596^{**}$) arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Araştırma sonucunda bulunan kalın çaplı ölü dal kütle miktarları farklı ağaç türlerine göre; 2.955 t/ha (Karaçam) ile 4.876 t/ha (Gökmar) arasında değişim göstermiştir. Karaçamın kalın çaplı ölü dal miktarı diğer meşcere tiplerine nazaran daha düşük bulunmuştur. Bu durumda farklı ağaç türlerinin kalın çaplı ölü dal miktarı üzerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Ölü Dal Kütlesi

Araştırma alanının ortalama ölü dal kütle değerleri sırasıyla; Kızılcım meşceresinde 4.286 t/ha, Karaçam meşceresinde 5.846 t/ha ve Gökmar meşceresinde 11.563 t/ha olarak belirlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre; (%5 önem düzeyinde) ölü dal kütlesi bakımından ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Duncan testi sonuçlarına göre; ortalama ölü dal değerleri bakımından Kızılcım ile Gökmar meşcereleri arasında; Karaçam ile Gökmar meşcereleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (Tablo 1). Korelasyon analizi sonucuna göre; ölü dal kütlesi değerleri ile ölü odun kütle değerleri ($r = 0,240^{*}$) arasında, ince çaplı ölü dal kütlesi ($r = 0,907^{**}$) arasında ve kalın çaplı ölü dal kütlesi ($r = 0,596^{**}$) arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

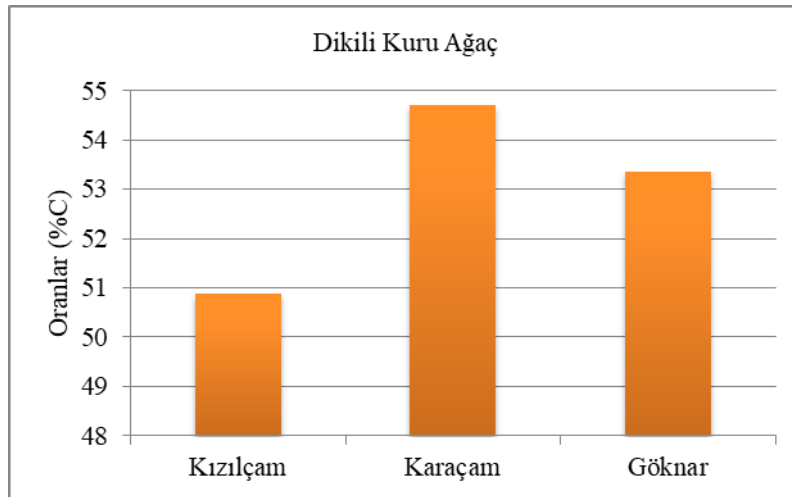
Çalışma sonucuna göre; ölü dal bakımından en düşük kütle miktarının Kızılcımda olduğu tespit edilmiştir. Uçar (1980) tarafından lignin farklı ağaç türlerinde değişik oranlarda bulunmakta olduğu bildirilmiştir. İğne yapraklı ağaç odunlarındaki lignin miktarı % 23-33 arasında değişim gösterirken, yapraklı ağaç odunlarında ise bu oranın ise % 16-25' lere kadar düşmekte olduğu ifade edilmiştir. Bu durumda farklı ağaç türlerinin ölü dal miktarı üzerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Çömez (2010) Sündiken dağlarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinde karbon birikiminin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada, örnek alanlarda ağaç bileşeni olan ölü dal kütlesini 0.321 – 4.757 t/ha; toplam dal kütlesini ise 0.801 – 70.254 t/ha olarak bulmuştur. Kuru dal kütlesi meşcere tiplerine göre 0.860 – 3.542 t/ha arasında değişim göstermiş, ormanlarda ağaçların gelişmeleriyle birlikte tepelerinin sıkışması ve ışık için yarış içine girmeleri sonucunda kuru dalların meydana geldiği belirtilmiştir. Zamanla budama, kesimler gibi silvikültürel müdahaleler ve rüzgar gibi etkenlerde kuruyan dalların dökülerek meşcerede ölü örtüye katıldığı ifade edilmiştir. Bu sebeplerle kuru dal kütlesinde farklılıklar meydana gelmiş olabilir. Aynı zamanda türler arasındaki orijin farklılıklarında daha az dallanmaya neden olabileceği vurgulanmıştır. Çalışma sonuçlarında ağaç türleri arasında farklılıklar meydana gelmesi iklim ve genetik farklılıklar nedeniyle farklı fenotiplere sahip olmalarından ve ağaçların ışık rekabetine girmelerinden ötürü dallarını çok fazla

geliştirememiş olmalarından ya da araştırmalarda kütle miktarı hesaplama yöntemlerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

3.2. Ölü Odun Bileşenlerinin Karbon İçerik Değerleri

Dikili Kuru Ağaç Karbon İçeriği

Araştırma alanının ortalama dikili kuru ağaç karbon içeriği; Kızılcıam meşceresinde % 50.873, Karaçam meşceresinde % 54.693 ve Gökmar meşceresinde %53.349 olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Varyans analizi sonuçlarına göre (%5 önem düzeyinde) dikili kuru karbon içeriği bakımından ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Duncan testi sonuçlarına göre; ortalama dikili kuru karbon içeriği bakımından Kızılcıam ile Karaçam, Gökmar meşcereleri arasında; Karaçam ile Gökmar meşcereleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (Tablo 1). Korelasyon analizi sonucuna göre; dikili kuru ağaç karbon içeriği değerleri ile yatık kuru ağaç karbon içeriği ($r = 0,895^{**}$), dip kütük karbon içeriği ($r = 0,773^{**}$), ölü odun karbon içeriği ($r = 0,985^{**}$), ince çaplı ölü dal karbon içeriği ($r = 0,871^{**}$), kalın çaplı ölü dal karbon içeriği ($r = 0,776^{**}$), ölü dal karbon içeriği ($r = 0,874^{**}$) arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).



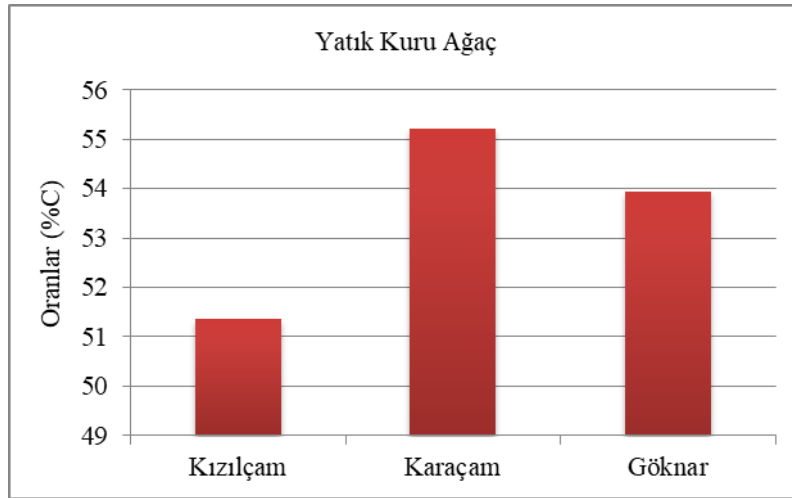
Şekil 2. Araştırma Alanı Dikili Kuru Ağaç Karbon İçeriğinin Farklı Ağaç Türlerine Göre Değişimi

Araştırma sonucunda bulunan dikili kuru ağaç karbon içeriği farklı ağaç türlerine göre; % 50.873 (Kızılcıam) ile % 54.693 (Karaçam) arasında değişim göstermiştir. İbrelî tür olan Karaçam dikili kuru ağaç karbon içeriği bakımından diğer ağaç türlerine göre en yüksek orana sahiptir. Bu durumda farklı ağaç türlerinin ölü odun karbon oranı üzerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Lamloom ve Savidge (2003) tarafından yapılan çalışma sonucunda 41 farklı ağaç türünün odunlarındaki karbon içeriğinin ibrelî türler için % 47.21 ile % 55.2 (ortalama % 51.05) arasında değiştiği belirtilmiştir. Çalışmamızdaki sonuçlara göre; farklı ağaç türlerine göre elde edilen ölü odun karbon içeriği değerlerinin Lamloom ve Savidge (2003)' nin yaptıkları çalışmadaki verilerle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Bozkurt ve Erdin (2011) tarafından lignin oranlarının ağaç türleri arasında geniş çapta değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Ağaç türleri arasında örneğin; ibrelî ağaç türleriyle yapraklı ağaç türleri arasında büyük farklılıklar gözlemlenebildiği gibi sadece iğne yapraklı türler arasında da farklılık olabilmektedir. Aynı ağaç türü kendi içinde de bir kısım varyasyonlara bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Kozalaklı ağaçların daha yüksek C içeriğine sahip olmaları daha yüksek lignin içeriği ile

uyumlu olduğu ifade edilmiştir. Odunu oluşturan tüm makro moleküllerin, lignin en yüksek karbon yüzdesine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada; Karaçam ölü odununda en yüksek karbon içeriğinin olması diğer ağaç türlerine nazaran lignin içeriğinin fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Kırıcı (1991) tarafından bazı iğne yapraklı türlerin kimyasal analizi sonucu *Pinus brutia*'da lignin % değeri 27.4; Tank (1964) *Abies nordmanniana* odunlarının lignin oranı % 30.02; *Abies cillicica* odunlarının lignin oranı ise % 29.12 olarak, Erten ve İltter (1995) tarafından yapılan çalışmada ise Karaçam odunun kimyasal bileşenlerinden biri olan lignin oranını % 38.85 olarak tespit etmişlerdir. Karaçamın lignin oranı diğer türlere göre oldukça yüksek bulunmuştur.

Yatık Kuru Ağaç Karbon İçeriği

Araştırma alanının ortalama yatık kuru ağaç karbon içeriği; Kızılçam meşçeresinde % 51.372, Karaçam meşçeresinde % 55.223 ve Gökmar meşçeresinde % 53.944 olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Varyans analizi sonuçlarına göre (%5 önem düzeyinde) yatık kuru ağaç karbon içeriği bakımından ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Duncan testi sonuçlarına göre; ortalama yatık kuru karbon içeriği bakımından Kızılçam ile Karaçam ve Gökmar meşçereleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (Tablo 1). Korelasyon analizi sonucuna göre; yatık kuru ağaç karbon içeriği değerleri ile ölü odun karbon içeriği ($r = 0,988^{**}$), ince çaplı ölü dal karbon içeriği ($r = 0,812^{**}$), kalın çaplı ölü dal karbon içeriği ($r = 0,732^{**}$), ölü dal karbon içeriği ($r = 0,847^{**}$) arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

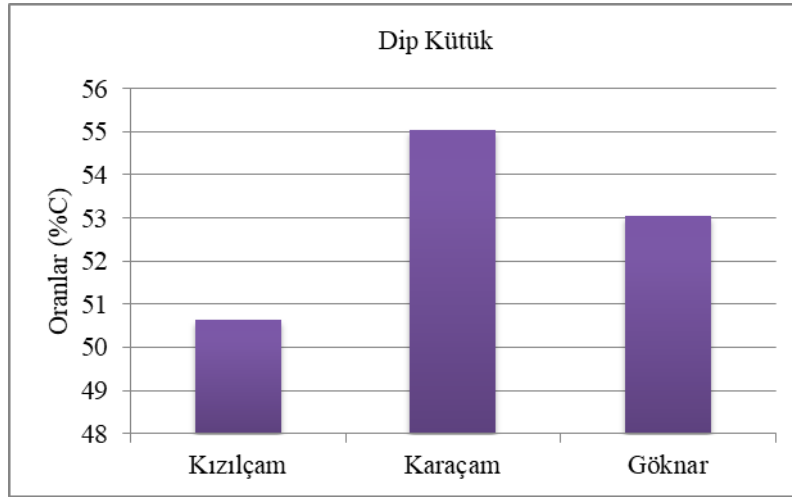


Şekil 3. Araştırma Alanı Yatık Kuru Ağaç Karbon İçeriğinin Farklı Ağaç Türlerine Göre Değişimi

İbrelî tür olan Karaçam yatık kuru karbon içeriği bakımından diğer ağaç türlerine göre en yüksek orana sahiptir. Bu çalışmada Karaçam ölü odununda en yüksek karbon içeriğinin olması lignin içeriğinin fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Lamblom ve Savidge (2003) tarafından Kuzey Amerika'da 41 ağaç türü gövde odununun karbon içeriğinin yeniden değerlendirildiği araştırma sonucunda 22 sert ağaç türünün öz odunu analizleri sonucunda 19 yumuşak ağaç türünün fırında kurutulmuş öz odundaki karbon içeriği, % 47.21 ile % 55.2 arasında (ortalama % 51.05) değişim gösterdiği belirtilmiştir. Sonuç olarak; karbon içeriğinin ağaç türleri arasında önemli ölçüde farklılık gösterdiği belirtilmiştir. Kozalaklı ağaçlardaki daha yüksek C içeriğinin, daha yüksek lignin içeriği ile uyumlu olduğu ifade edilmiştir.

Dip Kütük Karbon İçeriği

Araştırma alanının ortalama dip kütük karbon içeriği; Kızılcım meşçeresinde % 50.641, Karaçım meşçeresinde % 55.042 ve Gökınar meşçeresinde % 53.055 olarak belirlenmiştir (Şekil 4). Varyans analizi sonuçlarına göre (%5 önem düzeyinde) dip kütük karbon içeriği bakımından ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$) (Tablo 1). Yapılan Korelasyon analizi sonucuna göre; dip kütük karbon içeriği değerleri ile ölü odun karbon içeriği ($r = 0,974^{**}$), ince çaplı ölü dal karbon içeriği ($r = 0,899^{**}$), kalın çaplı ölü dal karbon içeriği ($r = 0,764^{**}$), ölü dal karbon içeriği ($r = 0,892^{**}$) arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

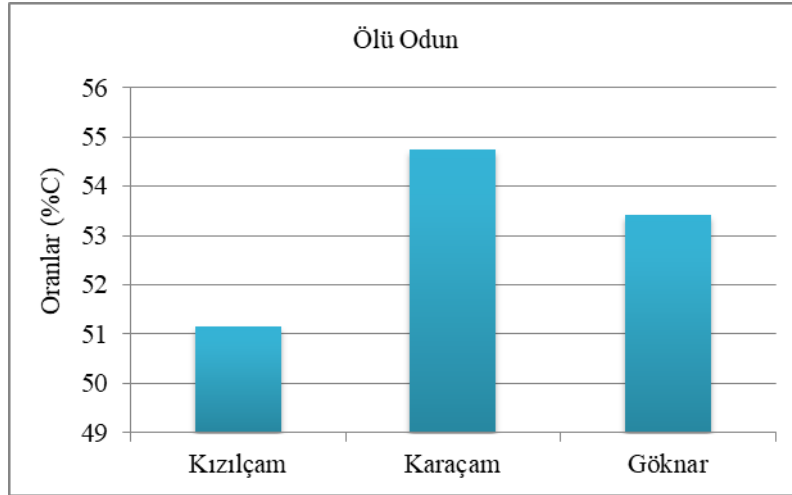


Şekil 4. Araştırma Alanı Dip Kütük Karbon İçeriğinin Farklı Ağaç Türlerine Göre Değişimi

Çalışma sonucuna göre; dip kütük karbon içeriği farklı ağaç türlerine göre % 50.641 (Kızılcım) ile % 55.042 (Karaçım) arasında değişim göstermiştir. Ilıman kuşak ibrelı ormanlar için AFOLU kılavuzunda C içeriği %51 iken yapraklı ormanlar için % C içeriği ise % 48 olarak belirtilmiştir (IPCC, 2006). Çalışmamızdaki ibrelı türlerden olan Karaçım ve Gökınarın % C içeriği IPCC (2006)'de belirtilen değerden daha yüksek bulunmuştur. İklim, toprak gibi yetiştirme ortamı özelliklerinden ve türlerin biyolojik yapılarından dolayı farklılıklar oluşabilmektedir (Karataş ve ark., 2017). İbrelı tür olan Karaçım odununun karbon içeriğinin yüksek lignin içeriğinden dolayı diğer ağaç türlerine göre % karbon içeriği daha fazladır. Thomas ve Martin (2012) tarafından farklı ağaç türleri ve bileşenlerinin karbon içeriklerinin önemli farklılıklar gösterdiği belirtilmiştir.

Ölü Odun Karbon İçeriği

Araştırma alanının ortalama ölü odun karbon içeriği; Kızılcım meşçeresinde % 51.153, Karaçım meşçeresinde % 54.749 ve Gökınar meşçeresinde % 53.415 olarak belirlenmiştir (Şekil 5). Tek yönlü Varyans analizi sonuçlarına göre (% 5 önem düzeyinde) ölü odun karbon içeriği bakımından ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Duncan testi sonuçlarına göre ortalama ölü odun karbon içeriği bakımından Kızılcım ile Karaçım, Gökınar, meşçereleri arasında; Karaçım ile Gökınar meşçereleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (Tablo 1). Yapılan Korelasyon analizi sonucuna göre; ölü odun karbon içeriği değerleri ile ince çaplı ölü dal karbon içeriği ($r = 0,862^{**}$), kalın çaplı ölü dal karbon içeriği ($r = 0,769^{**}$), ve ölü dal karbon içeriği ($r = 0,870^{**}$) arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

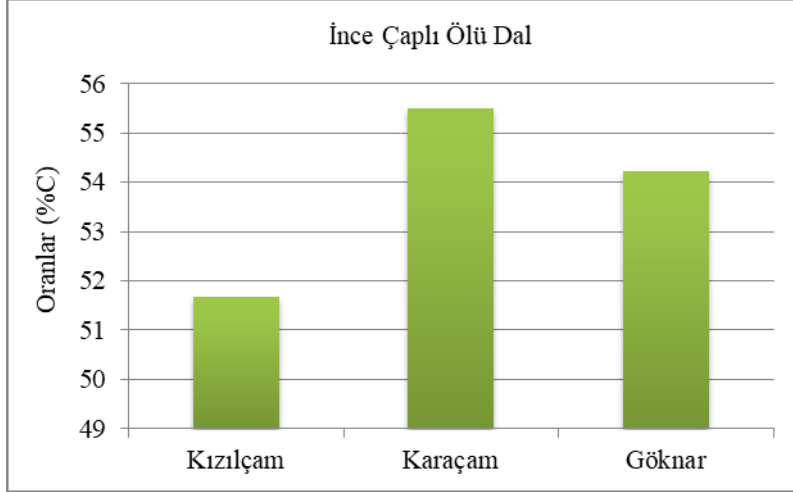


Şekil 5. Araştırma Alanı Ölü Odun Karbon İçeriğinin Farklı Ağaç Türlerine Göre Değişimi

Çalışmada sonuç olarak karbon içeriğinin ağaç türleri arasında önemli ölçüde farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca aynı ağaç bileşeninin karbon içeriği ağaç türlerine göre değişebilmektedir. Thomas ve Malczewski (2007) tarafından yapılan araştırmada ağaç bileşenlerinin C içeriğinin iklim, yetiştirme ortamı, ağaç türü ve genetik özelliklere göre değişebileceği belirtilmiştir. Buna bağlı olarak ağaç türlerinde lignin içeriği fazla olan türlerin karbon içeriğinin de fazla olduğu vurgulanmıştır. Odun yoğunluğunun artmasına bağlı olarak ise ibrelili ağaç türlerinin karbon içeriğinin azaldığı belirtilmiştir. Lamloom ve Savidge (2003) tarafından Kuzey Amerika'da 41 ağaç türü gövde odununun karbon içeriğinin yeniden değerlendirildiği araştırmada; 22 sert ağaç türünün öz odunu analizleri sonucunda sert ağaçların karbon içeriğinin % 46.27- % 49.97 arasında (ortalama % 48.41) değiştiğini buna karşılık 19 yumuşak ağaç türünün fırında kurutulmuş öz odundaki karbon içeriğinin ise, % 47.21 ile % 55.2 arasında (ortalama % 51.05) değişim gösterdiği belirtilmiştir. Sonuç olarak karbon içeriğinin ağaç türleri arasında önemli ölçüde farklılık gösterdiği belirtilmiştir. Kozalaklı ağaçlardaki daha yüksek karbon ve daha yüksek lignin içeriği ile uyumlu olduğu ifade edilmiştir. Odunu oluşturan tüm makromoleküllerin, ligninin en yüksek karbon yüzdesine sahip olduğunu belirtmişlerdir (Savidge, 2000; Nikitin, 1966; Browning, 1963).

İnce Çaplı Ölü Dal Karbon İçeriği

Araştırma alanının ortalama ince çaplı ölü dal karbon içeriği; Kızılçam meşceresinde % 51.674, Karaçam meşceresinde % 55.489 ve Gökmar meşceresinde % 54.230 olarak belirlenmiştir (Şekil 6). Varyans analizi sonuçlarına göre (% 5 önem düzeyinde) ince çaplı ölü dal karbon içeriği bakımından ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Duncan testi sonuçlarına göre; ortalama ince çaplı ölü dal karbon içeriği bakımından Kızılçam ile Karaçam, Gökmar meşcereleri arasında; Karaçam ile Gökmar meşcereleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (Tablo 1). Korelasyon analizi sonucuna göre; ince çaplı ölü dal karbon içeriği değerleri ile kalın çaplı ölü dal karbon içeriği ($r = 0,816^{**}$), ölü dal karbon içeriği ($r = 0,986^{**}$) arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

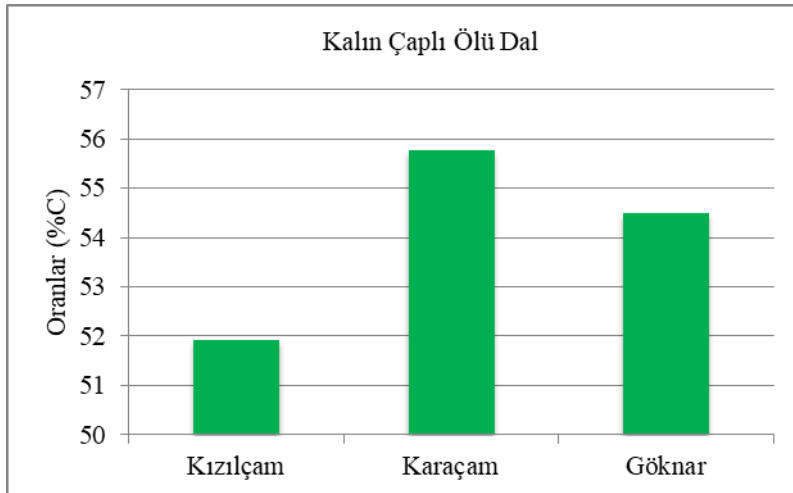


Şekil 6. Araştırma Alanı İnce Çaplı Ölü Dal Karbon İçeriğinin Farklı Ağaç Türlerine Göre Değişimi

Çalışma sonucunda ağaç türlerine göre; ince çaplı ölü dal ortalama karbon içeriği % 51.674 (Kızılcıdam) ile % 55.489 (Karaçam) arasında bulunmuştur. Çalışma sonucuna göre; ağaç bileşenlerinin karbon içerikleri arasında ağaç türlerine göre farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Kalın Çaplı Ölü Dal Karbon İçeriği

Araştırma alanının ortalama kalın çaplı ölü dal karbon içeriği; Kızılcıdam meşceresinde % 51.934, Karaçam meşceresinde % 55.772 ve Gökmar meşceresinde % 54.504 olarak belirlenmiştir (Şekil 7). Varyans analizi sonuçlarına göre; (%5 önem düzeyinde) kalın çaplı ölü dal karbon içeriği bakımından ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Duncan testi sonuçlarına göre ortalama kalın çaplı ölü dal karbon içeriği bakımından Kızılcıdam ile Karaçam, Gökmar ve Karaçam ile Gökmar meşcereleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (Tablo 1). Korelasyon analizi sonucuna göre; kalın çaplı ölü dal karbon içeriği değerleri ile ölü dal karbon içeriği ($r = 0,949^{**}$) arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

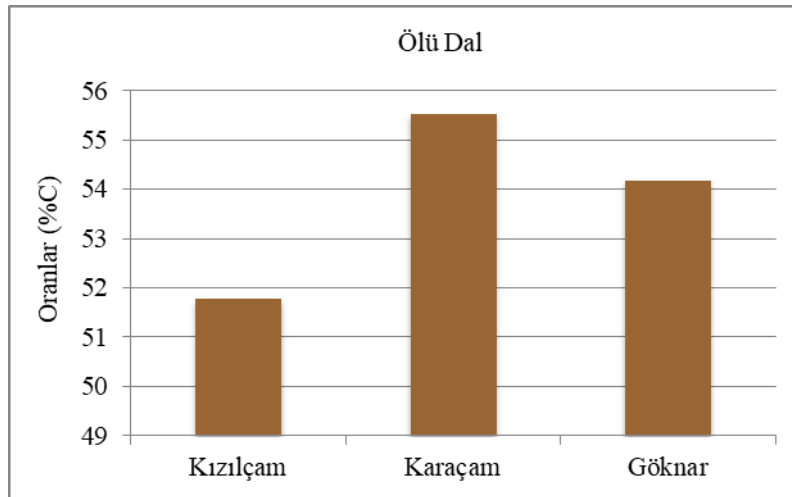


Şekil 7. Araştırma Alanı Kalın Çaplı Ölü Dal Karbon İçeriklerinin Farklı Ağaç Türlerine Göre Değişimi

Çalışma sonucunda ağaç türlerine göre; kalın çaplı ölü dal ortalama karbon içeriği % 51.934 (Kızılçam) ile % 55.772 (Karaçam) arasında bulunmuştur. Çalışma sonucuna göre, ağaç bileşenlerinin karbon içerikleri arasında farklı ağaç türlerine göre farklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Ölü Dal Karbon İçeriği

Araştırma alanının ortalama ölü dal karbon içeriği sırasıyla; Kızılçam meşceresinde % 51.780, Karaçam meşceresinde % 55.529 ve Gökmar meşceresinde % 54.180 olarak belirlenmiştir (Şekil 8). Varyans analizi sonuçlarına göre; (%5 önem düzeyinde) ölü dal karbon içeriği bakımından ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Duncan testi sonuçlarına göre ortalama ölü dal karbon içeriği bakımından Kızılçam ile Karaçam, Gökmar meşcereleri arasında; Karaçam ile Gökmar meşcereleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (Tablo 1). Korelasyon analizi sonucuna göre; ölü dal karbon içeriği değerleri ile dikili kuru ağaç karbon içeriği ($r = 0,874^{**}$), yatık kuru ağaç karbon içeriği ($r = 0,847^{**}$), dip kütük karbon içeriği ($r = 0,892^{**}$), ölü odun karbon içeriği ($r = 0,870^{**}$), ince çaplı ölü dal karbon içeriği ($r = 0,986^{**}$) ve kalın çaplı ölü dal karbon içeriği ($r = 0,949^{**}$) arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).



Şekil 8. Araştırma Alanı Ölü Dal Karbon İçeriğinin Farklı Ağaç Türlerine Göre Değişimi

Çalışma sonucuna göre; ağaç bileşenlerinin karbon içerikleri arasında farklar bulunmaktadır. Ayrıca aynı ağaç bileşeninin karbon içeriği farklı ağaç türlerine göre de değişebilmektedir. Tolunay (2009) Sarıçam meşcerelerinde yapmış olduğu çalışmada, kuru dal karbon içeriğini %53.83 olarak rapor etmiştir. Laiho ve Laine (1997) tarafından yapılan çalışmada, kuru dallardaki karbon oranını % 52.7 olarak bulmuşlardır. Güner ve Çömez (2017) yaptıkları çalışmada, Karaçamın (*Pinus nigra* Arnold.) ölü dal % C ortalamasını % 54.1 ± 0.2 olarak belirtmişlerdir. Farklı ağaç türlerine göre elde edilen ölü dal karbon içeriği değerlerinin farklı çalışmalarda ki verilerle uyumlu oldukları gözlemlenmiştir. Farklı çalışmalarda aynı ağaç türlerinin çeşitli bileşenlerinde farklı C içeriklerinin meydana gelmesinde; türlerdeki varyasyon etkisi, köken, farklı örnekleme yöntemlerinin ve kimyasal analizlerin kullanılması ve karbon hesaplama yöntemlerindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Çömez (2010) Sündiken dağlarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinde karbon birikiminin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada, kuru dalda karbon içeriğini % 51.906 ila 58.224 olarak; toplam dalda ki karbon içeriği ise % 52.000 ila 56.250 olarak belirtmiştir. Ağacın gelişmesiyle ve kapalılığın artmasıyla meşcerede tepeler sıkışmakta ve yeterli ışık alamayan alt dallar kurumaktadır.

Gelişime bağlı olarak artan kuru dal kütlesi ve karbon stokunun ağaçtaki toplam karbon içerisindeki payı da artmaktadır. Savidge (2000) kozalaklı ağaçlardaki daha yüksek karbon miktarının, daha yüksek lignin içeriği ile uyumlu olduğu ifade edilmiştir.

Tablo 1. Ölü Odun ve Ölü Dal Kütle (t/ha), Karbon İçerik (%C) Değerlerinin Farklı Ağaç Türlerine Göre Değişimine Ait Varyans Analizi ve Duncan Testi Sonuçları

Bileşenler	Ağaç türleri	N	X	S _x	F değeri	Önem düzeyi	İkili karşılaştırma (Duncan testi)
Dikili kuru ağaç (t/ha)	Kızılcım(1)	6	4,227	2,100	2,110	0,069	(N.S)
	Karaçam(2)	10	8,114	3,345			
	Gökknar(3)	8	4,061	1,333			
Yatık kuru ağaç (t/ha)	Kızılcım(1)	8	66,690	14,254	2,177	0,007	(1-2)* (2-3)*
	Karaçam(2)	2	8,975	5,846			
	Gökknar(3)	7	63,983	14,532			
Dip kütük (t/ha)	Kızılcım(1)	1	0,130	0,000	1,573	0,148	(N.S)
	Karaçam(2)	3	0,681	0,256			
	Gökknar(3)	6	0,743	0,204			
Ölü odun (t/ha)	Kızılcım(1)	12	46,584	13,722	3,112	0,009	(1-2)* (2-3)*
	Karaçam(2)	11	9,194	3,074			
	Gökknar(3)	12	40,402	12,636			
İnce çaplı ölü dal (t/ha)	Kızılcım(1)	15	2,960	0,355	10,041	0,000	(1-3)* (2-3)*
	Karaçam(2)	15	4,467	0,593			
	Gökknar(3)	15	8,638	1,131			
Kalın çaplı ölü dal (t/ha)	Kızılcım(1)	5	3,978	0,296	3,010	0,023	(2-3)*
	Karaçam(2)	7	2,955	0,336			
	Gökknar(3)	9	4,876	0,670			
Ölü dal (t/ha)	Kızılcım(1)	15	4,286	0,817	13,001	0,000	(1-3)* (2-3)*
	Karaçam(2)	15	5,846	0,790			
	Gökknar(3)	15	11,563	1,208			
Dikili kuru ağaç (%C)	Kızılcım(1)	6	50,873	0,243	56,320	0,000	(1-2)* (1-3)* (2-3)*
	Karaçam(2)	10	54,693	0,165			
	Gökknar(3)	8	53,349	0,222			
Yatık kuru ağaç (%C)	Kızılcım(1)	8	51,372	0,246	34,736	0,000	(1-2)* (1-3)*
	Karaçam(2)	2	55,223	0,066			
	Gökknar(3)	7	53,944	0,184			
Dip kütük (%C)	Kızılcım(1)	1	50,641	0,000	10,742	0,152	(N.S)
	Karaçam(2)	3	55,042	0,779			
	Gökknar(3)	6	53,055	0,493			
Ölü odun (%C)	Kızılcım(1)	12	51,153	0,208	80,556	0,000	(1-2)* (1-3)* (2-3)*
	Karaçam(2)	11	54,749	0,159			
	Gökknar(3)	12	53,415	0,197			
İnce çaplı ölü dal (%C)	Kızılcım(1)	15	51,674	0,217	94,675	0,000	(1-2)* (1-3)* (2-3)*
	Karaçam(2)	15	55,489	0,245			
	Gökknar(3)	15	54,230	0,196			
Kalın çaplı ölü dal (%C)	Kızılcım(1)	5	51,934	0,184	30,122	0,000	(1-2)* (1-3)* (2-3)*
	Karaçam(2)	7	55,772	0,288			
	Gökknar(3)	9	54,504	0,243			
Ölü dal (%C)	Kızılcım(1)	15	51,780	0,161	28,655	0,000	(1-2)* (1-3)* (2-3)*
	Karaçam(2)	15	55,529	0,205			
	Gökknar(3)	15	54,180	0,161			

*:0.05 yanılma olasılığı ile önemli, NS: %5 yanılma olasılığı ile önemsiz, N: Örnek sayısı; X: Ortalama; S_x: Standart hata.

Tablo 2. Araştırma Alanı Ölü Odun ve Ölü Dal Örneklerine Ait Kütle Değerlerinin Farklı Ağaç Türlerine Göre Değişiminin Korelasyon Analizi

**Korelasyon 0,01 ($\alpha < 0,01$) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 ($P < 0,05$) önem düzeyinde önemlidir.

Ölü Materyal	Dikili Kuru Ağaç	Yatık Kuru Ağaç	Dip Kütük	Ölü Odun	İnce Çaplı Ölü Dal	Kalın Çaplı Ölü Dal	Ölü Dal
Dikili Kuru Ağaç (t/ha)	1	,652*	-,315	,323*	,123	-,182	,018
Yatık Kuru Ağaç (t/ha)		1	,997	,997**	,314	,178	,359
Dip Kütük (t/ha)			1	,260	,394	-,345	,247
Ölü Odun (t/ha)				1	,212	,115	,240*
İnce Çaplı Ölü Dal (t/ha)					1	,298	,907**
Kalın Çaplı Ölü Dal (t/ha)						1	,596**
Ölü Dal (t/ha)							1

Tablo 3. Araştırma Alanı Ölü Odun ve Ölü Dal Örneklerine Ait Karbon İçerik Değerlerinin Farklı Ağaç Türlerine Göre Değişiminin Korelasyon Analizi**Korelasyon 0,01 ($\alpha < 0,01$) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 ($P < 0,05$) önem düzeyinde önemlidir.

Ölü Materyal	Dikili Kuru Ağaç	Yatık Kuru Ağaç	Dip Kütük	Ölü Odun	İnce Çaplı Ölü Dal	Kalın Çaplı Ölü Dal	Ölü Dal
Dikili Kuru Ağaç (%C)	1	,895**	,773**	,985**	,871**	,776**	,874**
Yatık Kuru Ağaç (%C)		1	,975	,988**	,812**	,732**	,847**
Dip Kütük (%C)			1	,974**	,899**	,764**	,892**
Ölü Odun (%C)				1	,862**	,769**	,870**
İnce Çaplı Ölü Dal (%C)					1	,816**	,986**
Kalın Çaplı Ölü Dal (%C)						1	,949**
Ölü Dal (%C)							1

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ölü odun orman ekosistemindeki biyolojik çeşitlilik için kilit bir noktadır. Ulusal ve bölgesel düzeyde farklı orman politikaları ve yönetim rejimleri planlanırken ölü odun üzerindeki etkileri değerlendirmek için çeşitli yöntemler geliştirmek önemlidir. Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar ile orman kaynaklarının ele alınmasıyla birlikte ormanlardaki ölü odun gelişimini değerlendirmek için veriye dayalı bir yaklaşım sunulmuştur. Ölü ağaçlarla ilgili ülkemizde bugüne kadar sınırlı sayıda araştırma yapılmıştır. Ulusal ve bölgesel ölçekli olarak ormanlardaki dikili veya yatık kuru halde bulunan ölü ağaç miktarlarının belirlenmesi ve elde edilen verilere göre de ölü ağaçlarda alınabilecek işletmecilik önlemlerinin ortaya konulması gerekmektedir (Dudley ve Vallauri, 2005). Araştırma sonuçlarına göre; ölü odun kütlesi bakımından Kızılcım meşçeresi 46.584 t/ha ile en yüksek değeri alırken, Karaçam meşçeresi 9.194 t/ha ile en düşük değeri almıştır. Ölü dal kütlesi bakımından Gökmar meşçeresi 11.563 t/ha ile en yüksek değeri alırken, Kızılcım meşçeresi 4.286 t/ha ile en düşük değeri almıştır. Ölü odun ve ölü dal kütle değerleri bakımından ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Ölü odun karbon içeriği bakımından Karaçam meşçeresi % 54.749 ile en yüksek değeri alırken, Kızılcım meşçeresi % 51.153 ile en düşük değeri almıştır. Ölü dal karbon içeriği bakımından Karaçam meşçeresi % 55.529 ile en yüksek değeri alırken, Kızılcım meşçeresi %51.780 ile en düşük değeri almıştır. Ölü odun ve ölü dal % karbon içeriği bakımından ağaç türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir.

Bu çalışma ile elde edilen sonuçların karbon odaklı çalışmalarda çalışmaya konu olan ağaç türlerinin daha etkin değerlendirilmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Diğer yandan yapılan bu çalışmayla günümüze kadar Türkiye’ de orman ekosistemlerinin sahip olduğu ölü havuz bileşenlerinden ölü odun karbon depolama kapasitesini tahmin etmeye yönelik önceden yapılmış olan araştırmaların değerlendirmesinin yapılarak bu konu hakkındaki eksikliklerin ortaya konulması ve bundan sonra yapılacak araştırmalar için önerilerde bulunulması amaçlanmıştır. Ülke genelinde karbon odaklı çalışmaların geliştirilebilmesi amacıyla gerekli olan teknik ve bilimsel verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizdeki işletme ormanlarında düşük miktarda kaba ölü ağaç bulunmasının nedenini anlamak için ise Türkiye’deki orman işletmeciliğinin tarihine bakmak gerekmektedir. Bunun özellikle yoğun orman işletmeciliği dönemini yansıttığı görülmektedir (Çolak ve ark., 2009).

Burada sunulan araştırma sonuçları Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı’ndaki ölü odun ve ölü dal ile ilgili gelecekte yapılacak olan çalışmalar ve işletmecilik faaliyetlerine yardımcı

olması açısından önemlidir. Bozulmuş ormanlarda rehabilitasyon ve plantasyon çalışmalarının artması ile ölü organik madde de karbon depolanmasında artış sağlayacaktır. Araştırma alanındaki işletmecilik yapılmayan ve yapılan ormanlarda ölü ağacın değerlendirilmesine yönelik daha ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir. Çünkü ormanların toplam karbon depolama kapasitesi; farklı ağaç türlerine ve meşcere yapısına göre farklılıklar göstermektedir. Ormanlık alanlarda yapılan kesim işlemlerinin, karbon depolama miktarını azalttığı açıkça ortadadır. Özellikle ormandan kesim artıklarının çıkarılması ölü örtü ve ölü odun karbon depolama miktarında azalmaya neden olacağı için bu konuda ayrı önem verilmesi gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından 2019/5-13 D numarasıyla desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2000). Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritası Sınıf ve Haritaları. Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.197s.
- Anonim, (2012). Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü, Kahramanmaraş Orman İşletme Müdürlüğü Başkanlığı Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı 2012-2021 İv. Yenileme. 578s.
- Anşin, R., (1983). Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri, K.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Kastamonu, 6(2), 318-339.
- Bozkurt, A. Y., & Erdin N., (2011). Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları No:5029. Ders Kitabı I No:2. Bs, İstanbul, 445s.
- Browning, B.L., (1963). The Chemistry of Wood. Interscience Publishers, (OCOLC) 8997562461963, London, New York, 689s.
- Clark, D.B., Clark, D.A., Brown, S., Oberbauer, S.F., & Veldkamp, E., (2002). Stocks and Flows of Coarse Woody Debris Across a Tropical Rain Forest Nutrient and Topography Gradient. Forest Ecology and Management, 164, 237–248.
- Çolak, A.H., Tokcan M., Rotherham I.D., & Atıcı E., (2009). The Amount of Coarse Dead Wood and Associated Decay Rates in Forest Reserves and Managed Forests, Northwest Turkey. Investigación Agraria: Sistemas Y Recursos Forestales, 18 (3): 350- 359.
- Çolak, A.H., & Asan, Ü., (2010). Orman Amenajmanı ve Silvikültür Terimleri Sözlüğü. Terimler ve Tanımları (Türkçe): İngilizce, Almanca, Fransızca, İspanyolca, İtalyanca, Portekizce, Macarca, Romence ve Japonca karşılıkları. IUFRO 4.04.07 SilvaPlan ve IUFRO Terminoloji Projesi SilvaVoc. Viyana, IUFRO, (9), 295 s.
- Çömez, A., (2010). Sündiken Dağlarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 251s.
- Dudley, N., & Vallauri, D., (2005). Restoration of Dead Wood as a Critical Microhabitat in Forest Landscapes. In: Mansourian S., Vallauri D., Dudley N., eds. (in 72 cooperation with WWF International) 2005. Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees, Springer, New York. s.203-207.
- Erkut, S., (2013). Giresun Orman Bölge Müdürlüğü Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü Saf Kayın Meşcerelerinin Ekosistem Bazında Karbon Depolama Kapasitesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Erten, A.P., & İlater, E. (1995). Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Odunun Kimyasal Bileşenlerinin Belirlenmesi. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten, No: 250. s.15.
- FAO, (2010). Global Forest Resources Assessment Main Report, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, Serious No: ISBN: 978-92-5-106654-6, s.378.
- Fengel, D., & Wegener, G., (1984). Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions, Walter de Gruyter, Berlin New York, 3-11-008481-3.
- Fridman, J., & Walheim, M., (2000). Amount, Structure and Dynamics of Dead Wood on Managed Forestland in Swedenforest. Ecology and Management, 131 (1-3), (2000), pp. 23-36.
- Güner, S.T., Comez A., (2017). Biomass Equations and Changes in Carbon Stock in Afforested Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. Subsp. Pallasiana (Lamb.) Holmboe) stands in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 26(3) 2368-2379.
- Harmon, M.E., Franklin, J.F., Swanson, F.J., Sollins, P., Gregory, S.V., Lattin, J.D., Anderson, N.H., Cline, S.P., Aumen, N.G., Sedell, J.R., Lienkaemper, G.W., Cromack, K., & Cummins, K.W., (1986). Ecology of Coarse Woody Debris in Temperate Ecosystems. Adv. Ecol. Res. 15, 133–302.
- Herrmann, S., ve Bauhus, J., (2007). Totholz-Bedeutung, Situation, Dynamik. Portal Wald und Klima: http://www.waldundklima.net/wald/totholz_bauhus_herrmann_01.php. (Erişim tarihi:27.09.2021).
- Humphrey, J.W., Sippola, A.L., Lempérière, G., Dodelin, B., Alexander, K.N.A., & Butler, J.E. (2004). Deadwood as an Indicator of Biodiversity in European Forests: From Theory to Operational Guidance. In: Marchetti, M. (Ed.), Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe – From Ideas to Operationality. EFI Proc. 51, 193–206.
- IPCC, (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. In: Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (Eds.). IGES: Hayama,Japan. ISBN 4-88788-032-4. 590s.
- Karataş, R., Çömez, A., & Güner, Ş.T., (2017). Sedir (*Cedrus Libani* A. Rich.) Ağaçlandırma Alanlarında Karbon Stoklarının Belirlenmesi. Ormancılık Araştırma Dergisi Journal of Forestry Research, 4:2, 107-120.
- Kılıç, A., Sariusta, S.E., & Hafizoğlu, H., (2010). Sariçam, Karaçam ve Kızılcım Basınç Odununun Kimyasal Yapısı. Bartın Orman Fakültesi Dergisi 2010, 12(18), 33-39.
- Kırcı, H., (1991). Alkali Sülfite Antrakinon Etanol (ASAE) Yöntemiyle Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Odunundan Kağıt Hamuru Üretim Koşullarının Belirlenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Ens., Trabzon, 1991. 137s.
- Koch, G., (1998). Einführung in das Hemerobiekonzept. In: Koch G., Kirchmeir H., Grabherr G., & Reiter K., (1998). (Hemerobie Österreichischer Waldökosysteme Österreichische Akademie der Wissenschaften. Veröffentlichungen des österreichischen MAB Programms, Band 17. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck). 56- 62.
- Köster, K., Jögiste, K., Tukia, H., Niklasson, M., & Möls, T., (2005) Variation and Ecological Characteristics of Coarse Woody Debris in Lahemaa and Karula National Parks, Estonia. Scandinavian Journal of Forest Research, (S6 October 2005), 20 102 – 111.
- Lamlom, S.H., Savidge, R.A., (2003). A Reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American Species. Biomass Bioenerg. 25 (4), 381–388.
- Laiho, R., & Laine, J., (1997). Tree Stand Biomass and Carbon Content in an Age Sequence of Drained Pine Mires in Southern Finland. Forest Ecology and Management, 93, 161-169.

- Lombardi, F., Cherubini, P., Lasserre, B., Tognetti, R., & Marchetti, M., (2008). Tree Rings Used to Assess Time Since Death of Deadwood of Different Decay Classes in Beech And Silver Fir Forests in The Central Apennines (Molise, Italy). *Canadian Journal of Forest Research*, 38(4):821–833.
- Nikitin, N.I., (1966). *The Chemistry of Cellulose and Wood*. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1966.
- Öztürk, M., (2008). *Andırın İlçe Merkezi'nin Beşeri ve Ekonomik Coğrafyası*. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Kahramanmaraş. 121s.
- Pasinelli, S.K., & Suter, W., (2000). Lebensraum Totholz. Merkblatt für die Praxis 33, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. Merkblatt für die Praxis, 33. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 7 p.
- Repola, J., (2006). Models for Vertical Wood Density of Scots Pine, Norway Spruce and Birch Stems, and Their Application to Determine Average Wood Density. *Silva Fenn.* 40 (4), 673–685.
- Rouvinen, S., Kuuluvainen, T., & Karjalainen, L., (2002). Coarse Woody Debris in Old *Pinus Sylvestris* Dominated Forests Along a Geographic and Human Impact Gradient in Boreal Fennoscandia. *Canadian Journal of Forest Research*, 32(12), 2184–2200.
- Savidge, R.A., (2000). Biochemistry of Seasonal Cambial Growth and Wood Formation-an Overview of the Challenges. In: (Savidge RA, Barnett JR, Napier R, editors.) *Cell and molecular biology of wood formation*. Bios Scientific Publishers Limited, ISBN: 9781859961230, s.535.
- Swanson, F.J., Lienkaemper, G.W., Sedell, J.R. (1976). *History, Physical Effects and Management Implications of Large Organic Debris in Westem Oregon Streams*, U.S. Dept Agric. For Ser. General Technical Report, s.56.
- Tank, T., (1964). *Türkiye Gökmar Türlerinin Kimyasal Bileşenleri ve Selüloz Endüstrisinde Değerlendirme İmkanları*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Cilt:14, İstanbul, 64.
- Tank T., (1974). *Kazdağı Gökmarlarının Lif Morfolojisi ve Selüloz Nitelikleri (Fiber Morphology and Pulping Characteristics of Asher Linten- Abies Equitrojani)*. *Proceedings of International Symposium on A. Equitrojani and Turkish Flora*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını Yayın No: 1921, İstanbul, s.209.
- Thomas, S.C., & Malczewski, G., (2007). Wood Carbon Content of Tree Species in Eastern China: Interspecific Variability and the Importance of the Volatile Fraction. *Journal of Environmental Management*, 85, 659-662.
- Thomas, S.C., & Martin, A.R., (2012). Carbon Content of Tree Tissues: a synthesis. *Forests*, 3, 332-352.
- Tolunay, D., (2009). Carbon Concentrations of Tree Components, Forest Floor and Understory in the Young *Pinus Sylvestris* Stands in Northwestern Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Resarch*, (24), 394-402.
- Uçar, G., (1980). *Odun Kimyası Ders Notları I.*, Basılmamış, Sayı:77.
- URL1.Kahramanmaraş, http://cografyaharita.com/turkiye_mulki_idare_haritalari.html (Erişim Tarihi: 28.06.2022).
- Zengin, H., Asan, Ü., Destan, S., & Özkan, U.Y., (2007). *Küresel Isınmanın Önlenmesinde Ormanların Rolü ve Önemi*.web.iklim.ogm.gov.tr. (Erişim Tarihi:12.02.20