

Murat Dağı (Uşak) Yöresinde Yayılış Gösteren Ağaç Türlerinin (Kızılcım, Karaçam ve Sarıçam) Verimliliğini Etkileyen Kimi Ekolojik Etmenlerin Araştırılması

● **Lokman ALTUN***
Emin YILMAZ**
Alkan GÜNLÜ*
İlker ERCANLI*
Ayhan USTA***
Murat YILMAZ****
Murat BAKKALOĞLU*****

*K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman Müh. Bölümü, TRABZON

**Çevre ve Orm. Bakanlığı, Trabzon Orm. Böl. Müd., TRABZON

***Doğu Karadeniz Orm. Araştırma Müdürlüğü, TRABZON

****Düzce Üniversitesi, Orm. Fak., Orman Müh. Böl., DÜZCE

*****Çevre ve Orman Bakanlığı, Orkney Gen. Müd., ANKARA

ÖZET

Bu çalışma, ülkemizin asli ağaç türlerinden olan sarıçam (Çs), karaçam (Çk) ve kızılçam (Çz)'in aynı yetişme ortamı içerisindeki verimliliklerinin nasıl bir değişim gösterdiğini ve bu değişim üzerinde etkili olan faktörlerin neler olduğunu ortaya koyabilmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla her bir ağaç türünün yayılış alanının büyüklüğü, bakı ve yükselti dikkate alınarak seçme örnekleme yöntemine göre Çz 15, Çk 15 ve Çs ise 20 adet olmak üzere toplam 50 adet örnek alan alınmıştır. Her bir örnek alanda konum özellikleri (enlem-boylam, bakı, yükselti eğim vb. gibi), ağaç türlerine ilişkin özellikler (çap, boy, yaş ölçümleri) yapılmıştır. Ayrıca, her bir örnek alanda açılan 50 adet toprak profilinden genetik horizonlara (Ah, Ael, AB, Bts, Cv) göre 186 adet bozulmuş toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örnekleri üzerinde tekstür, pH, organik madde, faydalı su kapasitesi (FSK), fosfor (P_2O_5) analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler ile her bir ağaç türünün verimliliği (BE) arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak incelenmiştir. Sonuçta; kızılçamın BE ile toz ($r=0.34$), kil ($r=0.30$), FSK ($r=0.36$), organik madde ($r=0.49$) arasında pozitif ($p < 0.001$), kum ($r=-0.35$) ile ise negatif ilişkiler bulunmuştur. Verimlilik üzerinde (BE) karaçam yetişme

ortamlarında kum ($r=0.28$), kil ($r=0.29$), toz ($r= -0.32$) ve pH ($r= -0.33$); sarıçam yetiştirme ortamlarında ise organik madde ($r= -0.32$), FSK ($r=0.40$), P_2O_5 ($r=0.29$) ve pH ($r=0.29$)'nın etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Murat Dağı, Bonitet endeksi, Karaçam, Sarıçam, Kızıldağ, Yetiştirme ortamı faktörleri

Investigations on Some Ecological Factors Affecting Productivity of Some Pine Species (*Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* L. and *Pinus brutia* Ten.) In Usak Murat Mountain

ABSTRACT

In this study, productivity of scots pine (*Pinus sylvestris* L., Çs), Crimean pine (*Pinus nigra* L. Çk) and red pine (*Pinus brutia* Ten., Çz), important species in Turkey, in same site was investigated, and ecological variables affecting productivity of these species were determined. In this aiming, 20 plots in Çs, 15 in Çz and 15 in Çk, total 50 plots, were sampled occasionally by aspect, elevation and areas. In each plots, physiographic (latitude-longitude, aspect, elevation, etc.) and tree attributes (height and ages) were measured. Also, 186 soil samples from 50 soil profiles were collected according genetic profiles (Ah, Ael, AB, Bts, Cv). Soil textures, pH, organic matter, water holding capacity (FSK), phosphorus (P_2O_5) were determined in soil samples. The relationships between site index and ecological factors for each tree species were statistically investigated. Consequently, positive relations between site index and silt (0.34), clay (0.30), water holding capacity (0.36), and organic matter (0.49), and negative correlation with sand ($r=-0.35$) in red pine. The positive relations between site index and sand (0.28), clay (0.29), and negative correlation with silt ($r=-0.32$) and pH ($r=-0.33$) in Crimean pine. The positive relations between site index and water holding capacity (0.40), P_2O_5 (0.29), pH ($r=0.29$) and negative correlation with organic matter ($r=-0.32$) in scots pine .

Keywords: Murat mountain, Site index, Crimean pine, Scots pine, Red pine, Site factors,

GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, Murat Dağı (Uşak) yöresinde doğal olarak yayılış gösteren kızılçam, karaçam ve sarıçam meşcerelerinin verimliliğini etkileyen kimi ekolojik etmenlerin neler olduğunu ortaya koymaktır. Orman yetiştirme ortamlarının toprak ve fizyografik özellikleri ile verimlilik güçleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi,

ormanların nerelerde yetiştirilmelerinin daha uygun ve ekonomik olacağı ile hangi koşullarda, hangi verimlilikte bir ormanın yetişeceği veya ormanın verimliliğinin artırılmasında ne gibi koşulların değiştirilebileceği hakkında yararlı bilgiler verir (1).

Yetiştirme ortamının kalitesi, verimi ve bu ortamda yetişen ormanların yaşam koşulları, gelişimleri ve hasılat durumları tamamıyla canlı ve cansız karakterdeki tüm yetiştirme ortamı koşulları arasındaki karşılıklı etki ve ilişkilere bağlı bulunmaktadır (2). Orman Yetiştirme Ortamı; Coğrafi konumun belli yerde orman bitkilerinin yaşamını sağlayan ve onları devamlı olarak etkisi altında bulunduran koşulların oluşturduğu, bu koşullar arasındaki karşılıklı bir dengenin ve dinamik ilişkilerin bulunduğu bir ortamdır (3, 4).

Orman ağaçlarının gelişimiyle yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koyabilmek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Çepel ve ark. tarafından Türkiye'nin önemli yetiştirme bölgelerindeki saf sarıçam ormanlarının gelişimi ile bazı edafik ve fizyografik etmenler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Sarıçamın saf olarak yayılış gösterdiği alanlarda yamaç üst kenarından olan uzaklık, denizden yükseklik, azot (%), hacmen ince toprak ağırlığı, organik madde (%) ve iskelet hacmi (%) 'nin sarıçamın büyümesi ve gelişmesi üzerinde önemli etkilerinin olduğunu ortaya koymuşlardır (5). Aladağ (Bolu) orman ekosistemlerinde sarıçamın boy artımı ile reliyef ve toprak özellikleri arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Araştırmada rezerv değerler ve fizyografik etmenlerin boy gelişimi üzerindeki etkileri çoğu regresyon denklemleri ile incelenmiş ve farklılıkların olduğunu belirlemişlerdir (6).

Eruz (7), Balıkesir orman bölge müdürlüğündeki saf sarıçam ormanlarında boy gelişimi ile bazı edafik ve fizyografik özellikler arasındaki ilişkileri araştırmıştır. Yamaç üst kenarından olan uzaklık ile boy gelişimi arasında ilişkinin olduğu saptanmıştır. Zech ve Çepel. (8) Güney Anadolu'daki bazı kızılçam ormanlarının gelişimi ile toprak ve reliyef özellikleri arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Bu bölgede yayılış gösteren kızılçam ormanlarının boy gelişimi üzerinde yamaç üst kenarından olan uzaklık ve su kapasitesinin önemli düzeyde olduğunu ortaya koymuşlardır.

Yukarıdaki çalışmalarda farklı bölgelerde doğal olarak yayılış gösteren tek bir ağaç türüne ilişkin çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda orman ağaçlarını boy

gelişimini etkileyen faktörlerin neler olduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışmada ise aynı yetişme ortamında (Murat Dağı Yöresinde) yayılış gösteren Türkiye'nin asli ağaç türlerinden Kızılçam (Çz), Karaçam (Çk) ve Sarıçam (Çs)'in verimliliğini etkileyen yetişme ortamı özelliklerinin neler olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Alanının Tanıtımı

Bu çalışma Türkiye'nin Ege Bölgesi'nde, Uşak İlinin Murat Dağı yöresinde 29° 46' 50''- 29° 57' 38'' doğu boylamları ile 38° 49' 54''- 38° 55' 02'' kuzey enlemleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanının ortalama yüksekliği 1586 m olup, jeomorfolojik açıdan yüksek dağlık arazi özelliği taşıdığı görülmektedir. Araştırma alanı yükselti – iklim kuşakları yönünden 3 ana [Kızılçam (950 – 1100 m), Karaçam (1150-1550 m), Sarıçam (1600- 1750 m)] ve 2 ara [Kızılçam +Karaçam (1100 -1150 m) ve Karaçam +Sarıçam (1550 -1600 m)] kuşağa ayrılmaktadır.

Araştırma alanında, iklim özelliklerinin yükselti ve bakı farklarına göre incelenmesini sağlayacak uygun bir meteoroloji ağı mevcut değildir. Çalışma alanına en yakın olarak uzun süreli gözlem ve ölçümlerin yapıldığı Uşak Meteoroloji İstasyonu (919 m) bulunmaktadır. Bu veriler araştırma alanındaki orman toplumlarının bulunduğu yerlere enterpole edilmişlerdir.

Enterpolasyonda her bir orman toplumunun yayılış gösterdiği alanın ortalama yükseltisi esas alınarak hesaplamalar buna göre yapılmıştır. Elde edilen verilerden yararlanılarak araştırma alanındaki her bir orman toplumu için Thornthwaite ve Erinç yöntemlerine göre iklim tipleri ortaya konulmuştur. Thornthwaite yöntemine göre çalışma alanındaki her üç ağaç türünün yayılış gösterdiği yetişme ortamlarında çok nemli iklim tipinin hâkim olduğu ortaya çıkmıştır. Erinç yöntemine göre yapılan iklim analizinde ise benzer şekilde çok nemli orman tipinin yaygın olduğu belirlenmiştir (9).

Kızılçam, karaçam ve sarıçam yetişme ortamlarında ortalama yıllık yağışlar sırasıyla 877.6 mm, 1039.6 mm ve 1189.6 mm iken, sıcaklıklar 10.7 °C, 8.1 °C ve 6.0 °C arasında değişmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırma alanında ağaç türlerinin yetişme ortamındaki iklim verileri (Uşak 919 m Meteoroloji İstasyonu verilerinden enterpole edilmiştir)

		AYLAR												Yıllık
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Çz	S	-0.1	0.5	4.4	9.6	14.2	18.2	21.2	21.2	16.4	11.4	6.7	3.1	10.6
	Y	75.4	88.4	95.0	98.9	73.9	43.0	41.2	42.2	49.0	64.6	95.7	110.3	877.6
Çk	S	-2.8	-2.6	2.0	7.5	12.1	15.9	18.7	18.8	13.9	8.8	3.8	0.3	8.0
	Y	88.9	101.9	108.5	112.4	87.4	56.5	54.7	55.7	62.5	78.1	109.2	123.8	1039.6
Çs	S	-5.3	-5.4	-0.3	5.5	10.3	13.7	16.4	16.7	11.7	6.4	1.2	-2.3	5.7
	Y	101.4	114.4	121.0	124.9	99.9	69.0	67.2	68.2	75.0	90.6	121.7	136.3	1189.6

Araştırma alanı ülkemizin üç büyük flora alanından IR- TUR (C.A) (İran –Turan) Bölgesinin İç Anadolu flora kesiminde (10) ve Davis (11) karelej sistemine göre B2 karesi içerisinde yer almaktadır.

Kızılcamin yayılış gösterdiği 900 -1150 m yükseltiler arasında bakı ve toprak yapısına bağlı olarak Palamut Meşesi (*Quercus ithaburensis* ssp. *macroepris*), Orman Sarmaşığı (*Clematis viticella*), Yabani Gül (*Rosa canina*), Kızılcık (*Cornus mas*) ve Kadran Ardicı (*Juniperus oxycedrus*) Kızılcam eşlik etmektedir.

Karaçamin saf olarak yayılış gösterdiği 1150 – 1600 m yükseltilerde Beyaz Söğüt (*Salix caprea*), Boylu Ardiç (*Juniperus excelsa*), Adi Gürge (Carpinus *betulus*), Ova Akçağacı (*Acer campestre*), İran Akçağacı (*Acer hycanum*), Defne (*Laurus nobilis*) Yapraklı Laden (*Cistus launfolius*), Kayış Kıran (*Anonis spinosa*), Tarak Otu (*Dipsacus fullonum*) Derici Sumağı (*Rhus coriaria*), Siline italica, Beyaz Dam Kuruğu (*Sedum album*), Eğreltiler yayılış göstermektedir.

Sarıçamin yayılış gösterdiği 1600- 1750 m yükseltilerde Titrek Kavak (*Populus tremula*), Doğu Kayını (*Fagus orientalis*), Boylu Ardiç (*Juniperus exelsa*) ve Saçlı Meşe (*Quercus cerris*) ağaç tabakasında yer alırken, Veronica (*Veronica chamaedrysdn*), Gelincik (*Papaver stictum*), Gazal Otu (*Lotus corniculatus*), Fiğ (*Vicia cracca*), Böğürtlen (*Rhus canescens*), Geven (*Astragalus angustifolium*), Sütleşen (*Euphorbia kotschyana*), Kekik, Çiğdem (Mor, sarı), Sümbül, Papatya, İsrırgan ve Kedi Kuyruğu gibi otsu türlerde alanda yer almaktadır.

Çalışma alanında 3 jeolojik yapı mevcuttur. Bunlar neojen tatlı su fasiyesi (konglomera, marn), metamorfik olmayan şistler (şist) ve Alüvyon (kum taşı, kil taşı ve çakıl) şeklinde sınıflandırılmıştır (12, 13,14).

Ağaç türlerinin yayılış durumu dikkate alındığında Kızılcamın bulunduğu yerlerde kumtaşı, kil taşı, çakıl, konglomera ve marn yaygın olarak yer alırken, Karaçam (Çk) ve Sarıçam (Çs)'ın yayılış alanlarında ise şist, gnays, konglomera ve marn bulunmaktadır.

2.2. Arazi Yöntemleri

Arazi çalışmaları iki farklı yılda (2002 yazı ile 2003 yılı Haziran – Eylül dönemi) gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında her bir ağaç türünün (Çz, Çk ve Çs) saf olarak yayılış gösterdiği yükselti arasında seçme örnekleme yöntemine göre örnek alanlar (Örnek alanların yerlerinin belirlenmesinde ağaç türü, bakı ve yükselti gibi özelliklere dikkat edilmiştir) alınmıştır. Araziden alınan örnek alanların koordinatları GPS yardımı ile 1/25.000 ölçekli topografik haritalara aktarılmıştır.

Orman yetiştirme ortamı faktörleri ile orman ağaçlarının verimliliği arasındaki ilişkilerin ortaya konulması için yapılan çalışmalarda; konum özellikleri, toprak özellikleri ve bitki topluluklarına ilişkin özelliklerin incelenmesi gerektiği ifade edilmektedir (15).

Yukarıdaki açıklamaların ışığı altında araziye yönelik olarak her bir örnek alanda; konum özellikleri (Enlem-boylam, yükselti, bakı, eğim, yeryüzü şekli) horizon kalınlıkları, anakaya, dış toprak durumu, humus tipleri, geçirgenlik, bağlılık, nem durumu, kök yoğunluğu (16) ve bitki örtüsüne ilişkin özellikler (Bitki türü, kapalılık, örtme derecesi, öbikleşme (17), çap/boy ve yaş gibi) (17) belirlenerek daha önceden oluşturulan etüt çizelgelerine kaydedilmiştir.

2.3. Laboratuarda Yapılan Çalışmalar

Araziden alınan bitki ve toprak örnekleri üzerinde gerekli çalışmalar yapılmıştır. Bunun için laboratuara getirilen bitki örnekleri kurutulmuş teşhisleri KATO'da yapılmıştır. Toprak örnekleri ise laboratuara serilmiş hava kurusu hale geldikten sonra usulüne uygun olarak porselen havanda öğütülmüş daha sonra 2 mm'lik elekten geçilerek ince ve iskelet kısmı olarak ayrılarak analize hazır hale getirilmiştir. Analize hazır hale getirilmiş topraklar üzerinde; higroskopik nem tekstür organik madde pH (19) FSK(20) fosfor (21) tayinleri yapılmıştır.

2.4. Yetiştirme Ortamı Verimliliğinin (Bonitet Endeksi) Belirlenmesi

Yetiştirme ortamı verimliliğinin göstergesi olarak, ağaçların yaş-üst boy ilişkisine dayanan metot kullanılmıştır. Bu yöntemde, ağaçların standart yaştaki üst boyu (Bonitet Endeksi), yetiştirme ortamı verimliliğinin ölçüsü olarak kabul edilmektedir. Bu amaçla, örnek alanlarda; hektarda 100 ağaç yöntemine göre belirlenen sayıdaki

üst katmandaki ağaçlarda yaş boy ölçümü yapılmıştır. Elde edilen yaş ve üst boy değerleri kullanılarak, her bir tür için bonitet endeksleri, Sarıçam için; Alemdağ, 1967 (21), Karaçam için; Kalıpsız, 1963 (22) ve Kızılçam için; Yeşil, 1999 (23) tarafından geliştirilen bonitet endeks tabloları kullanılarak hesaplanmıştır.

2.5. Verilerin İstatistik Analize Hazır Hale Getirilmesi

Bu çalışmada temel amaç, ağaç türlerinin gelişimine etki eden yetişme ortamı etmenlerinin neler olduğunu tespit ederek, bu etmelerin meşçerelerin verimliliğini hangi oranda etkilediğini saptayabilmektir. Belirlenen etmenler içerisinde ham olanlardan bakı yeryüzü şekli, dış toprak durumu humus formu, geçirgenlik bağıllık değişkenleri istatistik analize uygun hale getirilmiştir (25, 26) .

2.6. Kullanılan İstatistik Yöntemler

Sarıçam, Karaçam ve Kızılçam ağaç türlerinin yetişme ortamı verimliliği (Bonitet endeksi) üzerinde etkili olan yetişme ortamı özelliklerini belirleyebilmek amacıyla SPSS 12.0 paket programı kullanılarak korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizi ile yetişme ortamı verimliliğinin ölçüsü olarak kabul edilen bonitet endeksi ile çeşitli yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler istatistiksek olarak ortaya konulmuştur (24) .

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Orman ağaçlarının yaşamasını ve gelişimini etkisi altında bulunduran yetişme ortamı değişkenleri ile verimlilik ölçüsü olan bonitet endeksi (BE) arasındaki ilişkiler basit korelasyon analizi ile ortaya konulmuştur. Sonuçta; kızılçamın BE ile toz ($r=0.34$), kil ($r= 0.30$) ($p 0.05$), FSK ($r=0.36$), organik madde ($r=0.49$) arasında pozitif, kum ($r= - 0.35$) ile ise negatif ilişkiler bulunmuştur. Verimlilik üzerinde (BE) karaçam yetişme ortamlarında kum ($r=0.28$), kil ($r=0.29$), toz ($r= -0.32$) ve pH ($r= -0.33$); sarıçam yetişme ortamlarında ise organik madde ($r= -0.32$), FSK ($r=0.40$), P_2O_5 ($r=0.29$) ve pH ($r=0.29$)'nın etkili olduğu belirlenmiştir.

Buna karşın fizyografik değişkenlerle Murat Dağı yöresinde yayılış gösteren Kızılçam, Karaçam ve Sarıçam meşçerelerinin verimlilik endeksi arasında herhangi bir ilişki belirlenememiştir (Çizelge 2). Ayrıca çalışma alanındaki örnek alanların bonitet sınıflarının; eğim, bakı, arazi yüzü şekli, taşlılık ve toprak derinlik sınıflarına dağılımı Çizelge 3-8'de verilmiştir.

Çizelge 2. Ağaç türlerine göre bonitet endeksi ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki istatistiksel ilişkiler

Yetiştirme Ortamı Özellikleri	Korelasyon Katsayısı (r)		
	Kızılçam	Karaçam	Sarıçam
Kum	- 0.35 **	0.28*	.....
Kil	0.30*	0.29**	.....
Toz	0.34*	- 0.32*	.....
Organik Madde	0.49**	.....	- 0.32*
FSK	0.36**	.....	0.40**
pH	.....	- 0.33*	0.29*
P ₂ O ₅	.....	.....	0.26*

** % 1 önem düzeyi ile anlamlı; * % 5 önem düzeyi ile anlamlı

Çizelge 3. Ağaç türlerine göre örnek alanların yükselti – iklim kuşakları ve verimlilik sınıflarına dağılımı

Yükselti Kuşağı	Verimlilik Sınıfı (Bonitet Endeksi)					Miktar	
	I	II	III	IV	V	Ad.	%
Kızılçam (950-1150 m)	-	37,40, 45,50 (% 33)	36, 38, 39, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49 (% 67)	-	-	15	30
Karaçam (1150-1350m)	-	-	-	23, 25, 26, 27 (80)	24 (%20)	5	10
	-	-	21, 29, 30, 31 (% 40)	22, 28, 32, 34, 35 (% 40)	33 (%20)	10	20
Sarıçam (1600-1750 m)	-	9, 13, 14, 15 (% 20)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20 (% 80)	-	-	20	40
Toplam	Adet	0	8	31	9	2	50
	%	0	16	62	18	4	-
							100

Çizelge 3 İncelendiğinde kızılçamın yayılış gösterdiği I. Yükselti kuşağında (950–1150 m) yer alan 15 adet örnek alanın 4 tanesi (% 33) II. Verimlilik sınıfında, 10 tanesi (% 67) ise III. Verimlilik sınıfında yer almaktadır. Kızılçamda üç bonitet sınıfı ayrıldığından IV. ve V. Verimlilik sınıfında örnek alan bulunmamaktadır. Sarıçamın yetişme Ortalarındaki örnek alanların verimlilik sınıflarına dağılımı incelendiğinde 4 adedi (% 20) II. Verimlilik sınıfında ve 16 adedi (% 80) ise III. Verimlilik sınıfında yer almaktadır. Karaçam yetişme ortamlarında örnek alanlar daha çok 1600–1750 m ‘ler arasında yoğunlaşmaktadır. Bu kısımdaki örnek alanların 4 adedi III. Verimlilik sınıfında, 4 adedi IV. Verimlilik sınıfında ve 1 adedi ise V. Verimlilik sınıfında bulunmaktadır. Türkiye’nin yeryüzü şekli özellikleri ve bunların çeşitliliği ülke iklimini de etkilemektedir. Yeryüzü şekli – iklim ilişkisi, birbirinden farklı coğrafya bölgelerinin ve bu bölgeler içinde farklı bölümlerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu bölgesel farklar bitkilerin

yayıllığını ve bitki toplumlarının tür bileşimini kuvvetle etkilemektedir. Aynı şekilde bölgesel iklim farkları ülke topraklarının bölgesel özellikleri üzerinde de önemli etkiler yapmaktadır. Bütün bu bölgesel yeryüzü şekli, iklim, toprak farkları aynı sınıftaki bir arazide bölgeye göre farklı bitkilerin yetişmesine ve farklı verim alınmasına sebep olmaktadır (2).

Çalışmanın yürütüldüğü Ege Bölgesi'nde dağ silsilelerinin kıyı şeridine dik uzanması nedeniyle, kızılçam içerilere kadar uzanmıştır. Özellikle Bozdağ silsilesinin kuzeyi boyunca kızılçam doğuda Uşak ve Denizli'nin doğusuna kadar sokulabilmiştir. Çalışmanın yapıldığı Çatak Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki Murat Dağı yöresinde Kızılçam, Karaçam ve Sarıçam ile birlikte yer almaktadır. Çalışma alanındaki ağaç türlerinin yayılış gösterdiği yükselti kuşakları için Thornthwaite ve Erinç yöntemlerine göre yapılan iklim analizlerinde iklim tipinin "Çok nemli orman" niteliği taşıdığı görülmektedir. Her üç yükselti-iklim kuşağında Temmuz-Ağustos aylarında çok az bir su açığına rastlanmaktadır. Bu yetişme bölgesinde orman toplumlarının dikey yayılışını yağıştan çok sıcaklığın etkilediği anlaşılmaktadır.

Çizelge 4. Ağaç türlerine göre örnek alanların eğim ve verimlilik sınıflarına dağılımı

	Eğim Sınıfları	Verimlilik Sınıfı (Bonitet Endeksi)					Miktar	
		I	II	III	IV	V	Ad.	%
Kızılçam	Hafif		40 (%6,6)	36, 39, 41, 42, 43, 44, 47 (%46,8)	-	-	8	53.3
	Orta		37, 45, 50 (%20)	38, 46, 48, 49 (% 26.7)	-	-	7	46.7
	Dik	-	-	-	-	-	-	-
Karaçam	Hafif			21,29, 30 (% 20)	22, 26, 27 (%20)	24,33 (%13.3)	8	53.3
	Orta	-	-	31 (%6.6)	23, 25, 28, 32, 34, 35 (%40.1)		7	46.7
	Dik	-	-	-	-	-	-	-
Sarıçam	Hafif		9, 13, 14, 15 (% 20)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 11,1 6, 17, 18, 20 (%60)	-	-	16	80.0
	Orta			3, 4, 12, 19 (%20)	-	-	4	20.0
	Dik							
Toplam	Adet		8	31	9	2	50	-
	%		16	62	18	4	-	100

Hafif eğim % 0-16; Orta Eğim % 16-32; Dik eğim 32'den büyük

Çizelge 4 incelendiğinde; kızılçamın ve karaçamın yayılış gösterdiği yetişme ortamlarında yer alan 15'er adet örnek alanın 8 adedi hafif ve 7 adedi ise orta eğim sınıfında yer alırken, sarıçam yetişme ortamındaki 20 adet örnek alanın 16 adedi hafif, 4 adedi ise orta eğim sınıfında bulunmaktadır. Her üç ağaç türünün yetişme ortamlarının daha çok hafif eğim sınıflarında bulunduğu ortaya çıkmıştır. Bu eğim sınıfındaki örnek alanların çoğunluğunun III. Verimlilik sınıfını tercih ettiği anlaşılmaktadır.

Eğim, bir arazideki yetişme ortamlarının güneşlenme şiddeti ve süresini, yağış sularının yüzeysel akışını ve buna bağlı olarak erozyon durumunu, toprakların derinliğini, iskelet içeriğini, besin ve su ekonomilerini etkilemektedir. Sonuç olarak eğim; her hangi bir yetişme ortamındaki verimliliği üzerinde etkili olurken, aynı zamanda bu alanın arazi kullanma şeklini de belirlemektedir (16).

Eğimin, orman yetişme ortamlarının verimliliğini ne şekilde etkilediği konusuna açıklık getirmek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Bu konuda çeşitli ağaç türleri üzerinde yapılan çalışmalarda; eğim ile verimlilik arasında herhangi bir ilişki bulunmazken (5,6,7), önemli ve anlamlı negatif ilişkiler bulunmuştur (27).

Diğer taraftan Günlü ve ark.(28) doğu ladini üzerinde yapmış oldukları çalışmada eğim ($r = -0.28$) ile verimlilik arasında negatif ilişkinin var olduğunu ortaya koymuşlardır. Yılmaz (29) tarafında doğu kayını üzerinde yapılan çalışmada eğim ($r = -0.41$) ile verimlilik arasında negatif ilişki olduğunu belirlemiştir.

Bunun ekolojik anlamı ise eğim arttıkça verimliliğin azalmasıdır. Bizim çalışmamızda her ne kadar ağaç türlerinin verimliliği ile eğim arasında istatistiksel anlamda bir ilişki bulunmamış olsa da, Çizelge 4 incelendiğinde hafif eğimli alanların daha çok iyi orta verimlilik sınıfı içerisinde yer aldıkları görülecektir.

Çizelge 5 incelendiğinde; Kızılçamın yayılış gösterdiği yetişme ortamlarında yer alan 15 adet örnek alanın 7 tanesi Kuzey bakı grubunda (KBG), 8 tanesi ise güney bakı grubunda (GBG) yer almaktadır. Kuzey bakı grubundaki örnek alanların 1 tanesi II., 6 tanesi III., GBG'daki örnek alanların 3 tanesi II., 5 tanesi ise III. Verimlilik sınıfında yer almaktadır.

Çizelge 5. Ağaç türlerine göre örnek alanların bakı ve verimlilik sınıflarına dağılımı

	Verimlilik Sınıfı (Bonitet Endeksi)						Miktar	
	Bakı	I	II	III	IV	V		
Kızılcım	Kuzey BG		40 (%6.6)	39, 41, 42, 46, 47, 49 (%40.9)	-	-	7	46.7
	Güney BG		37,45, 50 (%20)	36, 38, 43, 44, 48 (%33,3)			8	53.3
		-	-	-	-	-		
Karaçam	Kuzey BG			21, 29 (%13,3)	25, 26, 27 (%20)	24	6	40.0
	Güney BG			30, 31 (%13,3)	22, 23,, 28, 32, 34, 35(%53.4)	33	9	60.0
Sarıçam	Kuzey BG		9 (%5)	2, 4, 5, 8, 16, 17, 19, 20 (% 40)			9	45.0
	Güney BG		13, 14, 15 (%15)	1, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 18 (%40)			11	55.0
Toplam	Adet		8	31	9	2	50	-
	%		16	62	18	4	-	100

Karaçamın yayılış gösterdiği yetiştirme ortalarında yer alan 15 adet örnek alanın 6 tanesi KBG, 9 tanesi ise GBG yer almaktadır. Kuzey bakı grubundaki örnek alanların 2 tanesi III., 3 tanesi IV. Ve 1 tanesi V., GBG'daki örnek alanların 2 tanesi III., 6 tanesi IV ve 1 tanesi ise V. Verimlilik sınıfında yer almaktadır.

Sarıçamın yayılış gösterdiği yetiştirme ortalarında yer alan 20 adet örnek alanın 9 tanesi KBG, 11 tanesi ise GBG yer almaktadır. Kuzey bakı grubundaki örnek alanların 1 tanesi II., 8 tanesi III., GBG'daki örnek alanların 3 tanesi II., 8 tanesi ise III. Verimlilik sınıfında yer almaktadır.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, her üç ağaç türünün yayılış gösterdiği alanlarda KBG'da 22 ve GBG'da ise 28 örnek alan yer almaktadır. Örnek alanların daha çok güney bakı grubunda yoğunlaştığı görülmektedir. Genel bir değerlendirme yaptığımızda her iki bakı grubunda yayılış gösteren Kızılcım ve Sarıçam ormanları daha çok III. Verimlilik sınıfında bulunurken, Karaçam ormanları daha çok IV. Verimlilik sınıfında yayılış göstermektedir.

Bilindiği gibi orman toplumlarının gelişimini etkileyen çok sayıda yetiştirme ortamı özelliği vardır. İşte orman toplumlarının gelişimi, çok sayıdaki bu değişkenlerin birlikte etkisinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde Kuzey bakı grupları güney bakı gruplarına göre daha serin ve daha çok yağış almaktadır. Bu nedenle, KBG'da evapotranspirasyon az olmakta ve toprak nemi devamlı yüksek

bulunmaktadır. Dolayısıyla orman toplumlarının gelişimi bakımından kuzeyli bakıların güneyli bakılara göre daha iyi yetişme ortamı koşullarına sahip olacağı ifade edilmektedir (26, 27). Çalışmamızda bakı ile ağaç türlerinin verimliliği arasında istatistiksel anlamda herhangi bir ilişki bulunmamıştır. Zech ve ark. (8)'in yapmış oldukları çalışmada bakı ile meşcere üst boyu (BE) arasında bir ilişki bulunmazken, Çepel ve ark. (5) İç Anadolu'da sarıçam meşcerelerinin kuzey bakı grubu içerisinde daha iyi gelişim yaptığını ortaya koymuştur. Ancak, aynı araştırmada Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki Sarıçam meşcerelerinin gelişimi ile bakı arasında bir ilişki bulunmadığını ifade etmişlerdir. İngiltere'de White (30) güneş radyasyonunun topografik değişkenler (bakı, yükselti, eğim reliyef) ile ilişki gösterdiğini, dolayısıyla topografik değişkenlerin de ağaç büyümesi için çok önemli olduğunu ortaya koymuştur.

Çizelge 6. Ağaç türlerine göre örnek alanların yeryüzü şekli ve verimlilik sınıflarına dağılımı

	Yeryüzü şekli	Verimlilik Sınıfı (Bonitet Endeksi)					Miktar	
		I	II	III	IV	V	Ad.	%
Kızılçam	Üst			41, 42, 43, 44, 47, 48 (%45,1)			6	40
	Orta		37, 50 (%13,3)	36, 38 (%13,3)			4	26,7
	Alt	-	40, 45 (%13,3)	39, 46, 49 (% 15)	-	-	5	33,3
Karaçam	Üst			21 (% 6,6)	22, 35 (%13,3)		3	20
	Orta				25, 26, 34 (% 20)	33 (%6,6)	4	26,7
	Alt			29, 30, 31 (%15)	23, 27, 28, 32 (%30,9)	24 (%6,6)	8	53,3
Sarıçam	Üst		9, 14, 15 (%15)	1, 2, 3, 5, 13, 16, 17,19 (%40)			11	55
	Orta			4, 6, 7, 8, 12, 18, 20 (%35)			7	35
	Alt			10, 11 (% 10)			2	10
Toplam	Adet	8	31	31	9	2	50	-
	%	16	62	62	18	4	-	100

Çizelge 6 incelendiğinde Kızılçamın yetişme ortamında örnek alanların üst, orta ve alt yamaçlara dağılımı dengelidir. Bu dağılım içerisinde III. Verimlilik sınıfının ağırlığı daha fazladır. Karaçam yetişme ortamında örnek alanlar daha çok orta ve alt yamaçlarda yoğunlaşmıştır. Bu alanlardaki örnek alanların büyük bir kısmı IV. Ve V. Verimlilik sınıfında bulunmaktadır. Sarıçam yetişme ortamlarındaki örnek

alanların büyük çoğunluğu üst ve orta yamaçta yer almaktadır. Bu örnek alanların % 75'i III. Verimlilik sınıfında yer alırken, % 15'i II. Verimlilik sınıfındadır.

Yeryüzü şekli bir yetiştirme ortamının özellikle besin ve su ekonomisi ile ilgili toprak özellikleri üzerinde önemli derecede etkili olmaktadır (5). Özellikle sırt ve sırta yakın yamaç kısımlarında topraklar iskelet bakımından zengin, sıg ve besin maddesi bakımından ise fakirdir (16). Bu konuda yapılan çalışmalarda yeryüzü şekli ile verimlilik arasında istatistiksel bakımdan sıkı ve önemli pozitif ilişkiler bulunmuştur (5, 7, 8, 26, 27). Ayrıca Yılmaz (29) tarafından doğu kayını üzerinde yapılan çalışmada yeryüzü şekli ($r= 0.32$) ile verimlilik arasında pozitif ilişki olduğunu belirlemiştir.

Tarafımızdan yapılan çalışmada ise ağaç türlerinin verimlilikleri ile reliyef arasında herhangi bir ilişki belirlenmemiştir.

Çizelge 7. Ağaç türlerine göre örnek alanların taşlılık ve verimlilik sınıflarına dağılımı

	Verimlilik Sınıfı (Bonitet Endeksi)						Miktar	
	Taşlılık	I	II	III	IV	V	Adet	%
Kızılcım	Az		37 (%6,6)	36, 39 (%13,3)	-	-	3	20
	Orta		40, 50 (%13,3)	38, 41, 42, 46, 47, 48, 49 (%46,9)	-	-	9	60
	Çok	-	45 (%6,6)	43, 44 (%13,3)	-	-	3	20
Karaçam	Az	-	-	-	-	33 (%6,6)	1	5
	Orta			21, 30, 31 (%20)	34 (%6,6)		4	20
	Çok	-	-	29 (%6,6)	22, 23, 25, 26, 27, 28, 32, 35 (%53,6)	24 (%6,6)	10	75
Sarıçam	Az			1, 4, 8, 11, 19 (%25)			5	25
	Orta		9,14 (%10)	2, 3, 7, 10, 12, 13, 17, 20 (%40)			10	50
	Çok		15 (%5)	5, 6, 16, 18 (%20)			5	25
Toplam	Adet		8	31	9	2	50	-
	%		16	62	18	4	-	100

Çizelge 7 incelendiğinde, Kızılcım yetiştirme ortamında yer alan 15 adet örnek alanın 3 tanesi az, 9 tanesi orta ve 3 tanesi ise çok taşlı özellik göstermektedir. Kızılcım yetiştirme ortamlarındaki örnek alanların orta derecede taşlı alanlarda ve III. Verimlilik sınıfında yoğunlaştığı görülmektedir.

Karaçam yetişme ortamında yer alan 15 adet örnek alanın 1 tanesi az taşlı, 4 tanesi orta derecede ve 10 tanesi ise çok taşlı özellik göstermektedir. Çok taşlı olan örnek alanların büyük çoğunluğu (% 60,2) IV. ve V. Verimlilik sınıfında yer almaktadır. Sarıçam yetişme ortamında yer alan 20 adet örnek alanın 5 tanesi az, 10 tanesi orta ve 5 tanesi ise çok taşlı özellik göstermektedir. Sarıçamın yayılış gösterdiği alanlarda az taşlı ve orta derecede taşlı örnek alanlar çoğunluktadır. Bunların büyük bir kısmı III. Verimlilik sınıfında yer almaktadır.

Ağaç türlerinin yetişme ortamları genel olarak değerlendirildiğinde; orta derecede taşlı alanlar Kızılçam sahasının % 60.2'sini, Karaçamın % 26.6'sını ve Sarıçam ise % 50'sini, çok taşlı alanlar ise Kızılçam alanlarının % 19.9'unu, Karaçam alanlarının % 66.8'ini ve Sarıçam alanlarının ise %25'ini kapladığı görülecektir.

Yukarıdaki Çizelge 7'den da görüleceği üzere Sarıçam ve Karaçamın orta derecede taşlı ve çok taşlı yetişme ortamlarında yayılış gösterdiği görülmektedir. Bu yayılış alanı içerisinde kalan Sarıçam ormanlarının II. ve III. Verimlilik, Karaçam ormanlarının ise IV. Ve V. Verimlilik sınıfında yer aldıkları görülmektedir. Kantarcı (31)'e göre toprağın taşlılığı, topraklaşmanın derecesi hakkında fikir vermektedir. Diğer taraftan taşlılık, toprağın su tutma kapasitesini, geçirgenliğin, havalanmasını ve besin ekonomisini önemli derecede etkilemektedir. Taşlılık derecesine göre toprakların biriktirmiş oldukları su miktarı değişim göstermektedir (28). Tarafımızdan gerçekleştirilen çalışmada ağaç türlerinin verimlilikleri ile toprak taşlılığı arasında istatistiksel anlamda doğrudan bir ilişki bulunamamıştır. Ancak, Karaçam yetişme ortamlarında taşlılığın fazla olduğu yerlerde verimliliğin düşük (IV ve V) olduğu görülmektedir (Çizelge 7).

Araştırma alanındaki topraklar taşlılık yönünden değerlendirildiğinde orta derecede taşlı ve çok taşlı sınıftadırlar. Bu yapı toprakların biriktireceği su miktarını da değiştirmektedir. Taşlılık oranının artmasına paralel olarak FSK'nın azalacağı ifade edilmektedir (32) Nitekim, Yılmaz (29) tarafından doğu kayını üzerinde yapılan çalışmada taşlılık ile verimlilik arasında negatif ilişki olduğunu belirlemiştir. FSK'nın artış gösterdiği Kızılçam ve Sarıçam yetişme ortamlarında verimliliğin FSK tarafından olumlu yönde etkilendiği görülmektedir (Çizelge 2). Buna karşın Karaçam yetişme ortamlarında ise tersi bir durum söz konusudur. Zira bu alanlarda toprakların taşlılığı fazla olduğundan FSK olumsuz yönde etkilenmektedir.

Çizelge 8. Ağaç türlerine göre örnek alanların toprak derinliği ve verimlilik sınıflarına dağılımı

	Derinlik	Verimlilik Sınıfı (Bonitet Endeksi)					Miktar	
		I	II	III	IV	V		
Kızılcıam	Sığ			41, 42, 44 (%20)			3	20
	Orta Derin			38, 43 (%13,3)			2	13.4
	Derin		40, 45, 50 (%20)	36, 46 (%13,3)			5	33.3
	Pek Derin	-	37 (%6,6)	39, 47, 48, 49 (%26,8),	-	-	5	33.3
Karaçam	Sığ	-	-	-	-	-	-	-
	Orta Derin			21, 30, 31 (%20)	22 (%6,6)		4	26.6
	Derin				28, 34, 35 (%20)		3	20
	Pek Derin			29 (%6,6)	23, 25, 26, 27, 32 (%33,4)	24, 33 (%13,3)	8	53.7
Sarıçam	Sığ	-	-	-	-	-	-	-
	Orta Derin			1, 2, 3, 6, 7, 16 (%30)			6	30
	Derin		14,15 (%10)	5, 12, 13, 18, 20 (%25)			7	35
	Pek Derin		9 (%5)	4, 8, 10, 11, 17, 19 (%25)			7	35
Toplam	Adet		8	31	9	2	50	-
	%		16	62	18	4	-	100

Çizelge 8 incelendiğinde Kızılcıam yetişme ortamında yer alan 15 adet örnek alanının 3 tanesi sığ, 2 tanesi orta derin, 5 tanesi derin ve 5 tanesi ise pek derin topraklar üzerinde yer almaktadır. Sığ topraklar üzerindeki örnek alanlar III. Verimlilik sınıfında bulunmaktadır. Kızılcıamın yayılış alanlarındaki örnek alanların % 66,6'sı derin ve pek derin topraklar üzerinde yer almakta olup, bunların % 40,1'i III. Verimlilik sınıfı içerisinde yer almaktadır.

Karaçam yetişme ortamında sığ topraklar üzerinde örnek alan bulunmamaktadır. Orta derin topraklar üzerinde 4, derin topraklar üzerinde 3 ve pek derin topraklar üzerinde ise 8 örnek alan yer almaktadır. Orta derin topraklar üzerinde yer alan 4 örnek alanın 3 tanesi III. 1 tanesi ise IV., derin topraklar üzerindeki 3 örnek alanın 3 tanesi de IV. verimlilik sınıfında bulunurken, pek derin topraklardan 1 tanesi III. 5 tanesi IV. Ve 2 tanesi de V. verimlilik sınıfında yer alır.

Sarıçamın yayılış gösterdiği alanlarda ise orta derin topraklar üzerinde 6 tane örnek alan yer almaktadır. Bunların hepsi III. Verimlilik sınıfındadır. Derin topraklar

üzerinde 7 örnek alan yer almakta olup, bunların 2 tanesi II., 5 tanesi III., verimlilik sınıfındadır. Pek derin topraklar üzerinde ise 7 örnek alan yer almaktadır. Bunların 1 tanesi II. 6 tanesi ise III. Verimlilik sınıfında bulunmaktadır.

Yukarıdaki açıklamalar dikkate alındığında her üç ağaç türünün yayılış alanlarında derin ve pek derin topraklar hâkim durumdadır. Kızılcım ve Sarıçamın yayılış gösterdiği bu topraklar üzerinde II. Ve III. Verimlilik sınıfının hâkim olduğu görülürken, Karaçam yetişme ortamlarında ise daha çok IV. Ve V. Verimlilik sınıfının hâkim olduğu anlaşılmaktadır. Karaçam alanlarındaki toprak taşlılığının yüksek olması verimlilik üzerinde olumsuz etki etmiş olabilir.

Toprak derinliği, ağaç köklerinin gelişebileceği toprak hacmini, bu toprakta tutulan su ile besin kapasitesini etkilemektedir. Bu nedenle, toprak derinliği ile yetişme ortamının verimlilik ilişkisini ortaya koyabilmek amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarda, toprak derinliği ile verimlilik arasında önemli ilişkiler bulunmuştur (5, 26, 28 33,). Diğer taraftan Günlü ve ark (28). Yapmış oldukları çalışmada, toprak derinliği ($r= 0.34$) ile verimlilik arasında pozitif ilişkinin var olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bunu ekolojik anlamı ise, derin toprakların daha fazla su ve besin maddesi depolayarak, orman ağaçlarının beslenme ortamlarını genişlettiğidir. Tarafımızdan yapılan bu çalışmada ağaç türlerine ait verimlilik değerleri ile toprak derinliği arasında istatistiksel anlamda ilişki bulunamamıştır. Ancak, Çizelge 8 incelendiğinde bütün ağaç türlerinde örnek alanların büyük bir çoğunluğunun derin ve pek derin topraklar üzerinde yer aldığı görülür. Derin ve pek derin topraklar üzerindeki ormanların iyi (I, II) ve orta derece (III) verimlilik sınıfları üzerinde yoğunlaşmış olmaları toprak derinliğinin verimliliği olumlu yönde etkilediğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Kızılcımın yayılış gösterdiği alanlardaki kil ($r=0.30$), toz ($r=0.34$) FSK ($r= 0.36$) ve organik madde ($r=0.49$) ile verimlilik arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir ilişki bulunurken, kum miktarı (%) ile verimlilik arasında ($r= -0.35$) negatif bir ilişki ortaya çıkmıştır. Kum ile verimlilik arasında böyle bir ilişkinin ortaya çıkması beklenen bir sonuçtur. Çünkü toprakların kum miktarı arttıkça toprakta depolanan su ve besin maddesi miktarı azalmakta, buna bağlı olarak boy büyümesi (bonitet) düşüş göstermektedir. Zira kum, elektriksel yük bakımından nötr özellik göstermektedir. Kum suyu yüzey gerilimi ile tutmaktadır. Bu yüzden bitkiler bu

sudan yararlanamamaktadır. Elektriksel yük bakımından nötr olan kumun bitkisel besin maddelerini tutması mümkün değildir. Bu nedenle toprakların kum miktarı arttıkça kızılcâmın verimliliği olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada kum ($r = -0.29$) ile verimlilik arasında negatif ilişki bulunmuştur (28).

Toprağın ince kısmı içerisinde yer alan kil, elektriksel yük bakımından negatif yüklüdür. Bu özelliğinden dolayı, katyonları ve toprak suyunu kolaylıkla tutabilmektedir. Aynı zamanda, tutmuş olduğu katyonları toprak çözeltisine verme eğilimindedir. Bu yüzden, bitkilerin beslenmesinde önemli bir görev üstlenmektedir. Kızılcâmın yayılış gösterdiği alanlarda verimlilik ile kil arasında pozitif ilişki bulunmuş olması yukarıda belirtilen sebeplere dayandırılabilir. Kızılcâmın yayılış gösterdiği alanlarda kil ile verimlilik arasında mevcut olan ilişkiye Karaçâmın yetişme ortamlarında da rastlanmaktadır. Yani verimlilik ile kil ($r = 0.29$) arasında pozitif ilişki vardır. Nitekim Altun ve ark.(32) yapmış oldukları çalışmada kil ($r = 0.45$) ile verimlilik arasında pozitif ilişki bulunmuştur.

Topraktaki toz miktarı ile Kızılcâmın verimliliği arasında önemli pozitif bir ilişki ($r = 0.34$) bulunmuştur. Yani, toprakların ince kısmı içerisinde yer alan toz oranı arttıkça, verimlilik artış göstermektedir. Her ne kadar toz, suyu ve besin maddelerini tutuma yönünden kum gibi özellik göstermiş olsa da, bitkilerin toz tarafından tutulan sudan belli ölçüde yararlandıklarını göstermektedir. Nitekim Yılmaz (29) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (26).

Kızılcâmın yer aldığı alt kuşakta sıcaklık ve yağış yönünden hemen hemen uygun koşullar hâkim durumdadır. Mikroorganizmaların organik maddeyi ayrıştırması kolay olmaktadır. Ayrışan organik madde suyun etkisiyle toprak derinliğine doğru inmekte, bu ise Ah horizonunun kalınlığının artmasına sebep olmaktadır. Organik madde su ve besin maddelerini (anyon ve katyonları) tutarak bitki beslenmesinde önemli faydalar sağlamaktadır. Ayrıca organik madde toprağın ince kısmını birleştirerek boşluk kısmının artmasına sebep olmaktadır. Bu ise, toprakların hava-su ekonomilerinin düzelmesine yardımcı olmakta ve köklerin beslenmesini kolaylaştırmaktadır.

Faydalanılabilir su kapasitesi (FSK) bitki beslenmesi, organik madde üretimine katılması ve birçok biyokimyasal olayların temelini oluşturması bakımından orman ağaçları için vazgeçilmez bir doğal kaynaktır. Toprakta depolanan su ile FSK arasında doğrusal bir ilişki olduğu söylenemez. İşte toprakta depolanan sudan

bitkilerin yararlanması toprakların çeşitli özelliklerine göre değişim göstermektedir. Bu değişim toprakların tane yapısı, türü, kil minerallerinin cinsi, organik madde miktarı, taşlılık yanında orman ağaçlarının köklenme derinliğine ve sıklığına, gözenek hacmine ve gözeneklerin büyüklüğüne bağlı bulunmaktadır.

Çalışmamızda Kızılçam ve Sarıçamın yayılış gösterdiği alanlarda FSK ile verimlilik arasında pozitif ($r=0.36$) ve ($r= 0.40$) bir ilişki bulunmuştur. Günlü ve ark. (28) tarafından yapılan çalışmada doğu ladinin verimliliği ile FSK arasında pozitif ilişki elde edilmiştir. Bu sonucun ince toprak miktarı içerisinde artış gösteren toz ve kil miktarı yanında kum miktarının azalmasına bağlı olarak ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Zira topraklarda kil ve tozun belli bir miktarda artması FSK'yıda artırmaktadır. Buna dayanarak Kızılçamın boy büyümesi üzerinde, baskın etkinin toprak nemine bağlı olarak ortaya çıktığı söylenebilir.

Karaçamın yayılış gösterdiği alanlardaki kum ($r=0.28$) ve kil ($r=0.29$) miktarı (%) ile verimlilik arasında pozitif, toz ($r= -0.32$) ve pH ($r= - 0.33$) ile verimlilik arasında ise istatistiksel olarak anlamlı negatif bir ilişki bulunmuştur. Toprağın mineral kısmı içerisinde yer alan toz miktarının artması toprakların cıvıklaşmasına ve aynı zamanda da gözeneklerin tıkanmasına sebep olmaktadır. Bu olgu toprakların hava –su ekonomilerini olumsuz yönde etkilemekte, geçirgenliklerini azaltmakta ve kök solunumunu sekteye uğratmaktadır. Sonuç olarak bitkilerin gelişimi zarar görmektedir.

Karaçam yetişme ortamlarında kum ile verimlilik arasında pozitif ilişkinin varlığını şu şekilde açıklanabilir; yukarıda da ifade edildiği gibi toz toprakların hava-su ekonomilerini olumsuz yönde etkilemektedir. Kum ise mineral kısım içerisinde en iri olandır. Toz ve kil arasına girerek toprağın gözeneklilik kazanmasına yardımcı olmaktadır. Dolayısıyla toprakların fiziksel özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir. Bu yönde yapılan etkiler su- hava –besin dengesini sağlayarak bitkilerin beslenmesini kolaylaştırmaktadır. Bu yüzden kum Karaçamın yayılış alanında pozitif yönlü bir ilişki göstermiş olabilir.

Kızılçam yetişme ortamlarında pH ile verimlilik arasında her hangi bir ilişki bulunmazken, Karaçam yetişme ortamlarında negatif ($r= - 0.33$) ve Sarıçam yetişme ortamlarında ise pozitif ($r= 0.29$) ilişki bulunmuştur. Kızılçam yetişme ortamında ortalama pH = 7.7; karaçam yetişme ortamında 7.0 ve sarıçam yetişme ortamında ise 6.5 'dir. Toprakların fizikokimyasal özellikleri arasında yer alan pH; anakaya,

organik maddelerin ayrışma seyri, bitki örtüsü, iklim, yer değiştirebilir katyonlar, yüzey ve yüzey altı su akışı ve asit yağışlara bağlı olarak değişim göstermektedir. Dolayısıyla pH orman yetiştirme ortamlarının verimliliğinde ve bitki beslenmesinde önemli etkiler yapmaktadır. Araştırma alanında kızılçamın yetiştirme ortamlarında aktüel asitlik 7.0 ile 8.4; karaçam yetiştirme ortamlarında 5.7 ile 8.3 ve sarıçam yetiştirme ortamlarında 5.0 ile 8.0 arasında değişim göstermektedir. Yukarıdaki değerler göz önüne alındığında en yüksek pH'ların Kızılçam yetiştirme ortamlarında olduğu, bunu Karaçam ve Sarıçam yetiştirme ortamlarının izlediği görülecektir. Karaçamın yayılış gördüğü bu alanlarda pH 5.7'den 8.3'e doğru çıkarken verimliliğin azaldığı sarıçamın yetiştirme ortamında ise pH 5.0'dan 8.0'a doğru çıkarken verimlilikte artış olmaktadır. Yapılan çalışmada üç ağaç türü pH yönünden ayrı ayrı değerlendirildiğinde; Kızılçam yetiştirme ortamlarında pH ile verimlilik ilişkili bulunmazken, Karaçam yetiştirme ortamlarında iyi bonitetlerden düşük bonitetlere doğru gidildikçe pH artmaktadır. Bunun yanında Sarıçamın bulunduğu alanlarda ise kötü bonitetlerden iyi bonitetlere doğru gidildikçe pH artış göstermektedir. Eruz (7) tarafından Karaçam üzerinde yapılan çalışmada pH (arı suda) 5,3 ile 8.7 arasında tespit edilmiş. Kalay'ın (27) doğu ladini üzerinde yapmış olduğu çalışmada ise pH (arı suda) 4.2 ile 6.0 arasında bulunmuştur. Diğer taraftan Karaçam üzerinde yapılan bir çalışmada toprak pH'sı toz, kum, toz, kil ile verimlilik arasında önemli ilişkilerin olduğu ortaya konulmuştur (34).

Sarıçamın yetiştirme ortamında ise organik madde ile verimlilik arasında negatif ve P_2O_5 arasında ise pozitif ilişkiler bulunmuştur. Sarıçamın yetiştirme ortamlarında P_2O_5 değişimi 0.5 ile 48.7 ppm arasındadır. Toprak tepkimesinin 5-6 (arı su) değerlerinde iken kalsiyum fosfatların çözünürlüklerinin arttığı, bu pH sınırlarında bitkiler tarafından alınabilir fosfat miktarının en yüksek düzeye çıktığı, bunun yanında toprak reaksiyonunun daha fazla asitleşmesi durumunda kalsiyumun yıkanmasına sebep olacağı ifade edilmektedir (Kantarıcı, 2000). Sarıçamın yetiştirme ortamlarında ortalama pH 6.5 civarındadır (30). Toprak reaksiyonunun bu seviyelerde olması P_2O_5 'in toprakta bulunuşunu ve alımını etkilemiş olabilir. P_2O_5 ile verimlilik arasında pozitif ilişkinin çıkmış olmasının ekolojik anlamı; P_2O_5 'nın en alt sınırı olan 0.5 ppm'den en yüksek sınırı olan 48.7 ppm'e doğru çıktıkça Sarıçamın verimliliğinde artış olmaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bulgular ve tartışma bölümündeki ilişki ve yorumlara göre, Kızılcım, Karaçam ve Sarıçam meşcerelerinde verimlilik yetiştirme ortamı özelliklerine bağlı olarak az veya çok değişimler göstermektedir. Verimlilikteki bu değişimleri bir veya birkaç özelliğe bağlamak doğru değildir. Ancak, elde edilen sonuçların, tüm yetiştirme ortamı özelliklerinin bir fonksiyonu olarak ortaya çıktığı unutulmamalıdır.

Bu çalışmada Uşak ili Murat Dağı Bölgesi'nde yayılış gösteren Kızılcım, Karaçam ve Sarıçam meşcerelerinin bonitet endeksi ile bazı edafik ve fizyografik faktörler arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak incelenmiştir. Buna göre korelasyon analizi bulgularına dayanarak yapılan açıklamalardan da anlaşılacağı gibi, toprak neminin yeterli olması koşuluyla, Kızılcım verimliliğinin kum, toz, kil, organik madde ve FSK; Karaçamın verimliliğinin kum, toz, kil ve pH ve Sarıçamın verimliliğini ise organik madde, FSK ve P₂O₅ tarafından etkilendiği belirlenmiştir.

Meşcere üst boyu, verimliliğin göstergesi olarak kabul edilmesine karşın, bazı durumlarda potansiyel verim gücünü yansıtmamaktadır. Bu durumda çok sayıda yetiştirme ortamı faktörü dikkate alınarak gerçek verim gücünü ortaya koyan orman yetiştirme ortamı haritalarının yapılmış olması gerekmektedir. Bunun için öncelikli olarak ekolojik arazi sınıflaması yapılmalı, bunu takiben yetiştirme ortamı haritaları ortaya konulmalıdır.

Sayısal ortamda hazırlandıkları için kolayca güncelleştirilebilen bu haritalar, ormancılık uygulamalarında (Ağaçlandırma projelerinin yapımında, amenajman, silvikültür planlarının yapımında, erozyon kontrolü projelerinde vb. gibi) veri tabanı olarak kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Saraçoğlu, Ö., 1989. Değişik Yaşlı Gökmar Meşcerelerinde Bonitet ve Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler, İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 39, Sayı 2, İstanbul.
2. Kantarcı, M.D., 1983. Türkiye'de Arazi Yetenek Sınıfları ile Arazi Kullanımının Bölgesel Durumu, İst. Üniv. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 350, İstanbul.
3. Kantarcı, M.D., 2005. Orman Ekosistemleri Bilgisi, İ.Ü.Yayın No: 4594, Orman Fak. Yayın No: 488, İstanbul.
4. Çepel, N., 1966. Orman Yetiştirme Ortamının Pratik Esasları ve Orman Yetiştirme Ortamı Haritacılığı, İstanbul.

5. Çepel, N., Günel, A., DüNDAR, M., 1977. Türkiye'nin Önemli Yetiştirme Bölgelerinde Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi İle Bazı Edafik ve Fizyografik Etkenler Arasındaki İlişkiler. TÜBİTAK Yayınları No: 354. Ankara.
6. Çepel, N., DüNDAR M., 1980. Aladağ (Bolu) Orman Ekosistemlerinde Sarıçamın Boy Artımı İle Reliyef ve Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler, İ.Ü.Orman fakültesi Dergisi Seri A, Sayı 1. İstanbul.
7. Eruz, E., 1984. Balıkesir Orman Başmüdürlüğü Bölgesindeki Saf Karaçam Meşçerelerinin Boy Gelişimi İle Bazı Edafik ve Fizyografik Özellikler Arasındaki İlişkiler, İ.Ü. Yayın No: 3244, Orman Fak. Yayın No: 368, İstanbul.
8. Zech, W., Çepel, N., 1984. Güney Anadolu'daki Bazı *Pinus brutia* Meşçerelerinin Boy gelişimi ile Reliyef Özellikleri Arasındaki İlişkiler, İ.Ü. Yayın No: 1753, Orm. Fak. Yayın No: 191, İstanbul 1972.
9. Erinç, S., 1984. Klimatoloji ve Metotları. İ. Ü. Yayın No: 3278, Deniz Bil. ve Coğrafya Enst. Yayın No:2. Gür-Ay Matbaası, İstanbul.
10. Anşın, R., 1983. Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri, KTÜ Orman Fakültesi Dergisi, 6 (2), 318-339. Trabzon
11. Davis, P.H. 1967. Flora of Turkey and The East Aegeon Islands, Vol II, Edinburg.
12. Yavuz, E., 1998. Metamorfik Petrografi H.Ü. Müh. Fak. Yayın No: 28, Ankara.
13. Abdülselemoğlu, M.Ş., 1982. Tortul Kayaç Petrografisi, İ.T.Ü. Matbaası, Gümüşsuyu, İstanbul.
14. Koçak, S., Doğan, N., 1977. Banaz Havzası Orman Ağaçlandırma, Erozyon Kontrolü ve Mera Islahı Etüdü ve Avan Projesi O.B., AG Proje No: 312, Ankara.
15. Kantarcı, M.D., 1980. Belgrad Ormanı Toprak Tipleri ve Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Haritalanması Esasları Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Yayın No: 2636, Orman Fak. Yayın No: 274, İstanbul.
16. Çepel, N., 1988. Orman Ekolojisi, İ.Ü. Yayın No: 3518, Orman Fak. Yayın No: 399, İstanbul.
17. Braun-Blanquet, J., 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge Der Vegetationskunde Dritte Auflage, Springer-Verlag, Wien-New York.
18. Eraslan, İ., 1971. Orman Amenajmanı, İ.Ü. yayın No:1645, Orman Fak. Yayın No:169, İstanbul.
19. Gülçür, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metotları, İ.Ü. Yayın No: 1970, Orman Fak. Yayın No: 201, İstanbul.
20. Çepel, N., 1993. Toprak – Su-Bitki İlişkileri, İ.Ü. Yayın No: 3794, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No: 5, İstanbul.

21. Alemdağ, Ş., 1967. Türkiye'deki sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek esaslar, Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 20, Ankara.
22. Kalıpsız, A., 1963. Türkiye'de Karaçam Meşcerelerinin Tabii Bünyesi ve Verim Kudreti Üzerine Araştırmalar, O.G.M. Yayını, İstanbul, 141 sayfa,
23. Yeşil A., 1992. Değişik Sıklık ve Bonitetteki Kızılçam Meşcerelerinin Yaşa Göre Gelişimi, İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, İstanbul.
24. Batu, F., 1995. Uygulamalı İstatistik Yöntemler, KTÜ, Orman Fakültesi Yayın No: 22, Trabzon.
25. Carmen, W. H., 1965. Black Oack Site Quality In Relation To Soil And Topography In Southeastern Ohio. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29. 306.
26. Daşdemir, İ., 1992. Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Ormanlarında Yetiştirme Ortamı Faktörleri – Verimlilik İlişkisi, Ormançılık Arş. Enstitüsü. Muhtelif yayınlar No: 64, Ankara.
27. Kalay, H. Z., 1989. Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Mıntıkasındaki Saf Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Büklerinin Gelişimi ile Bazı Toprak Özelliklerinin Denel Olarak Araştırılması, Doçentlik Takdim Tezi, Trabzon.
28. Günlü, A., Yılmaz, M., Altun L., Ercanlı İ., Küçük M., 2006. Artvin Genya Dağı Bölgesinde Saf Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Meşcerelerinin Verimliliği ile Bazı Edafik ve Fizyografik Faktörler Arasındaki İlişkiler, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri A, sayı 1, Yıl. 2006, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 1-10, Isparta
29. Yılmaz, M., 2004. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Ekosistemlerinde Kimi Etmenlerin Kayının Gelişimine (Verimliliğine) Etkileri Üzerine Araştırmalar, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ekim 2004, Trabzon.
30. White, E.J., 1983. İngiltere'de Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)'nin Boy Büyümesi İle Yetiştirme Ortamı Faktörleri Arasındaki İlişkiler İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 33, 1, İstanbul.
31. Kantarcı, M.D., 2000. Toprak İlimi, İ.Ü. Yayın No: 4261, Orman Fak. Yayın No: 462, İstanbul.
32. Altun L., Günlü A., Yılmaz, M., Usta A., Genya Dağı (Artvin) Yöresinde Ayırt Edilen Ekolojik Toprak Serileri ile Verimlilik Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Isparta (Submitted).
33. Atasoy, H., Tekin E., Küçük M., 1985. Meryemana Araştırma Ormanının Toprak Özellikleri ve Haritaları, Ormançılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten Serisi No: 154, Ankara.
34. Yavuz H., Mısır, N., Mısır M., 2004. Karaçam Ağaçlandırmalarına İlişkin Büyüme Modellerinin geliştirilmesi, TÜBİTAK, TOGTAV-2747 Nolu Proje, Ankara.