

Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nün Akdeniz iklimi etkisi altındaki Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) doğal gençleştirme sahalarında anakaya-toprak özelliklerinin ağaç gelişimine etkisi

Yasin Karatepe^{a,*}, Erdi Koyun^b

Özet: Bu çalışma Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nün Akdeniz iklimi etkisi altındaki kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) doğal gençleştirme sahalarında anakaya- toprak özelliklerinin ağaç gelişimine etkisini belirlemek için gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 7 farklı doğal gençleştirme sahasında çalışma yapılmıştır. Çalışma 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu sahalarda toprak profili incelenmiş olup 21 farklı örnek alanda 0 – 30 cm derinlik kademelerinden toprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca her bir sahada koordinat, yükselti, bakı ve eğim ölçmeleri yapılmıştır. Her bir sahada 10x3=30 ağacın göğüs yüksekliği çapı ve boy uzunlukları ölçülmüş, ağaç yaşı belirlenmiştir. Laboratuvarında hava kurusu haline getirilen 21 toprak örneğinde; tane çapı, toprak reaksiyonu (pH), organik karbon, toplam azot ve kireç analizleri yapılmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerde göğüs yüksekliği çap ve boy değerleri 10 yaşa enterpole edilerek kullanılmıştır. Bulunan sonuçlar toprak özelliklerinin kızılçam gelişimine negatif ya da pozitif yönde bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Anakaya farklılığının ise ağaç gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu, bu etkinin ise tortul tabakalarının pozisyonuna göre değişen fizyolojik derinliğe ve konglomera gibi kayalarda ise tabaka pozisyonunun yanı sıra çakıl yoğunluğundan artan iskelet içeriğine bağlı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), Ağaç gelişimi, Toprak özellikleri, Anakaya yapısı

Effects of soil-bedrock properties on tree growth in Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) natural regeneration sites under the influence of Mediterranean climate in Isparta Regional Directorate of Forestry

Abstract: This study was performed to determine the effect of soil-bedrock properties on growth of natural regeneration areas of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.), which is distributes in sites with Mediterranean climate in Isparta Regional Directorate of Forestry. For this purpose, the study was conducted at 7 different site conditions within natural regeneration areas. The study was carried out with three replicates in all the areas. In these areas, the soil profiles were examined and soil samples were taken from 0-30 cm in each sample plot. Also, values of coordinates, altitudes, aspects and slopes were measured and recorded at each plot. Breast-height diameter and height of 10x3=30 trees in each sample plot were measured and recorded. Soil texture, reaction (pH), organic carbon, total nitrogen and lime analysis were performed on 21 soil subsamples, which were air-dried in the laboratory. Based on the information obtained, breast-height diameter and height of trees were interpolated according to stem analysis for the age of 10. Obtained results showed that there wasn't a negative or positive relationship between growth and soil properties. Bedrock variation has a significant impact on the growth of trees. This effect, besides the varying the position of the physiological depth of sedimentary layer and the position in rock layers as the conglomerate, was determined, it is linked to increased skeletal density of silica.

Keywords: Red pine (*Pinus brutia* Ten.), Tree growth, Soil properties, Bedrock structure

1. Giriş

Kızılçam, kuzey yarım kürede, yaklaşık 32° - 45° kuzey enlemleri ile 15° - 45° doğu boylamları arasında geniş bir bölgede yayılış göstermektedir (Kayacık, 1965). Bu tür genel olarak Doğu Akdeniz ülkelerinde yayılış yapmakta olup Akdeniz ikliminin tipik bir ağaç türüdür. Bu yayılışında en batı noktasını İtalya'daki Kalabriya Yarımadası, en doğu noktası da Irak'ın kuzeyi olduğu belirtilmektedir (Asmaz, 1993). Özellikle Kıbrıs ormanlarının %90'ını kızılçam ormanları oluşturmaktadır (Pantelas, 1986). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Türkiye'de en geniş yayılış alanına sahip asli ağaç türü olup, kızılçam

ormanlarının kapladığı alan 2.999.684,9 ha normal, 2.420.839,7 bozuk orman vasfında olup, toplam olarak ise 5.420.524,6 ha büyüklüğündedir (Anonim, 2012). Bu alan Türkiye ormanlarının % 25'ine tekabül etmektedir. Kızılçam, Genel yayılışını Akdeniz, Ege, Marmara, Trakya ve lokal olarak Karadeniz ile Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yapmaktadır. Ceyhan nehri ile Malatya dolaylarında 200 km, Gediz ile Ege'de 300 km içeriye sokulur. Siirt Eruh'ta ise 10-15 ha kadar lokal bir yayılışı vardır (Neyişçi, 1987a).

Kızılçam genel olarak yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olan Akdeniz iklimi bölgelerinde yayılış göstermektedir. Kızılçam sıcaklık isteği yüksek, donlara

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

^b Orman Mühendisi, Antalya

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): yasinkaratepe@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.11.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 01.12.2016



Citation (Atf): Karatepe, Y., Koyun, E., 2017. Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nün Akdeniz iklimi etkisi altındaki Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) doğal gençleştirme sahalarında anakaya-toprak özelliklerinin ağaç gelişimine etkisi, 2017. Turkish Journal of Forestry, 18(1): 30-36. DOI: [10.18182/tjf.308632](https://doi.org/10.18182/tjf.308632)

hassas ve karasal iklimlerden kaçman bir türdür (Saatçioğlu ve Pamay, 1962). Kızılçam Akdeniz Bölgesi'nde; deniz seviyesinden başlayarak, meşcere halinde 1300 m ve tek ağaç olarak 1500 m'ye kadar çıkabilmektedir. Akdeniz Bölgesi'nden kuzeye doğru gidildikçe çıkabileceği üst yükselti düşmektedir. Örneğin Ege Bölgesi'nde kızılçam 800-900 m, Marmara Bölgesi'nde ise 600-700 m'ye kadar çıkabilmektedir. Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde kızılçamın ulaştığı en yüksek nokta Osmaniye'de 700 m'dir. Ege Bölgesi'nde ise Uşak dolaylarında 1100-1150 m'ye kadar çıkabilmektedir (Atalay, 1983).

Türün doğal yayılış alanlarında yıllık ortalama sıcaklık 12 – 20 °C arasında değişmekte olup, Ocak ayı ortalama sıcaklık 5 – 10 °C, bazı kuzey ve yüksek kesimlerde 3 – 4 °C olup, 0 °C'nin altına düşmemektedir. En düşük sıcaklık ise 4 °C ile -11 °C arasında seyretmekte, - 15 °C'nin altına inmemektedir. Temmuz ayı ortalama sıcaklık 23 – 28 °C arasında olup en yüksek sıcaklık ise 45 °C'ye ulaşmaktadır (Atalay vd., 1998). Kızılçam yayılış alanlarında yıllık ortalama yağış 400 mm (Burdur, Mut) ile 2000 mm (Geyik dağları – Aydıncık) arasında seyretmektedir. Kızılçamın yayılış alanlarında yağışların yıl içerisindeki dağılımı düzensiz olup, önemli bölümü kış aylarına rastlamaktadır (Atalay vd., 1998). Çok düşük olan yaz yağışları (200 mm'nin altında) kuzeye ve yükseklerle çıktıkça artmaktadır. Güneybatıya bakan ve bu yönden yağış getiren rüzgârları doğrudan alan yamaçlarda, yağış miktarı daha yüksektir. Akdeniz bölgesinin denize bakan yamaçlarında, kıydan itibaren yükseldikçe önce yağış artmakta, daha yukarılarda ise azalmaktadır (Kantarıcı, 1982). Kızılçam yayılışının sahil kuşağında, yıllık ortalama bağıl nem % 60 – 70 arasında olup, Akdeniz Bölgesi'nin bazı yörelerinin bağıl nemi, yazın kış aylarına göre daha yüksektir. Yağışın düşük olduğu bazı yörelerde ve kıyı bölgelerinde, yazın yüksek bağıl nem terletmeyi azaltmaktadır. Vegetasyon döneminde bağıl nemin % 50'nin altına düştüğü, örneğin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin iç kısımlarında, Kızılçam iyi bir gelişme yapmamaktadır (Atalay vd., 1998). Akdeniz Bölgesi'nde, ilkbahar ve sonbaharda 3 – 4 gün ile 10 – 15 gün arasında değişen sürelerde bölgeyi etkisi altına alan kuzey rüzgârları, bağıl nemi % 0' a kadar düşürebilmektedir (Neyişçi, 1987b).

Quezell (1977), tarafından yapılan çalışmada, kızılçamın toprak konusunda özel bir isteğinin olmadığı ve gevşek toprakta olduğu kadar yüzeyi çatlaklı ya da kırılmış kayalar üzerinde de yetişebildiği belirtilmiştir. Kantarıcı (1984), tarafından yapılan çalışmada kızılçamın yetişme ortamlarında jeolojik temel, genel olarak Mezozoik devrinin Jura ve Krataze Kalkerleri olduğu ve ayrıca fliş ve alüvyal depolar üzerinde de kızılçam meşcerelerine rastlandığı belirtilmiştir.

Yukarıdaki paragraflarda doğal yayılış alanlarının yetişme ortamı özellikleri hakkında bilgi verilen kızılçam türü, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü ormanlarının yaklaşık % 38'inde saf orman niteliğinde yayılış göstermektedir. Yörede bu tür geniş alanlarda yayılmasının yanı sıra, hızlı gelişen bir tür olması sebebiyle Isparta Orman Bölge Müdürlüğü açısından önemli bir asli ağaç türüdür. Dolayısıyla bu türe ilişkin yapılan ya da yapılması planlanan çalışmaların hem lokal ölçekte, hem de ülke ormancılığı adına önemi büyüktür. Buradan hareketle bu çalışma ile Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nün Akdeniz İklimi etkisi altındaki kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) doğal gençleştirme

sahalarında anakaya-toprak özelliklerinin ağaç gelişimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmış olup, elde edilen bilgilerin bu türe ilişkin ormancılık uygulamalarında faydalı olacağı öngörülmüştür.

2. Materyal ve yöntem

2.1 Çalışma alanının konumu, jeolojik yapısı ve iklim özellikleri

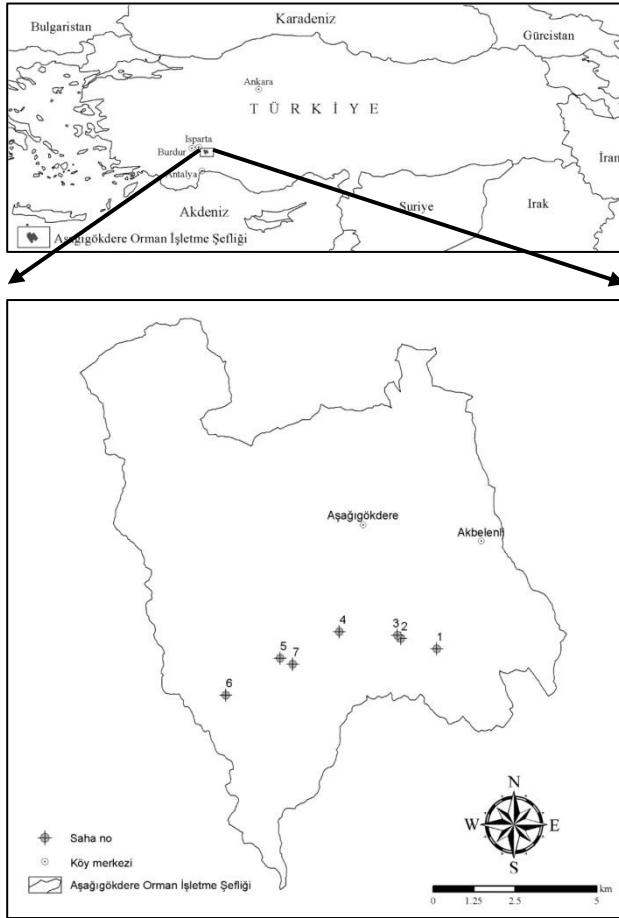
Çalışma Isparta İli güneydoğusunda yer alan Aşağıgökdere Köyü'nün güneyinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı Aşağıgökdere Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Araştırma alanı Batı Toros Dağları'nın deniz etkisi altındaki güney kesiminde, 30.7809° - 30.8537° doğu boylamları ile 37.5523° - 37.5712° kuzey enlemleri arasında bulunmakta olup yükselti 353 – 643 m arasında değişmektedir (Şekil, 1). Çalışma alanı ve çevresindeki yaygın anakaya grubunu konglomera, kum taşı, kilaşı, kireçtaşı gibi tortul kayalar ile doğuya doğru ofiyolitik melanjlar oluşturmaktadır (Şenel, 1997).

Çalışma alanı Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Araştırma alanını en iyi temsil edebilecek ve sahaya en yakın olan Sütçüler meteoroloji istasyonu verilerine göre yıllık ortalama toplam yağış 905.2 mm, en yüksek yağış 420.9 mm ile kışın (aralık-ocak-şubat) en düşük yağış 45.7 mm ile yazın (temmuz-ağustos-eylül) düşmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 13,0 °C'dir. En sıcak ay 24,0 °C ile temmuz, en soğuk ay ise 3,0 °C ile ocak ayıdır. Thornthwaite yöntemine göre iklim tipi B₂ B₁' s₂ b₃' simgesi ile gösterilen nemli, mezotermal, yazın çok kuvvetli su açığı olan ve deniz iklimi etkisine yakın iklim tipidir (Karatepe, 2004).

2.2. Yöntem

Bu çalışma 7 kızılçam doğal gençleştirme sahasında gerçekleştirilmiş olup, sahaların her birisinde, mümkün olduğunca birbirine benzer özellikte olmak üzere 3'er adet, toplamda ise 21 tane örnek alan alınmıştır. Arazi çalışmalarında, her bir örnek alanın yükseltisi, bakışı, eğimi, konumu ve koordinatları ile ilgili notlar alınmıştır. Yükselti altimetre, eğim klizimetre, bakı pusula, koordinatlar GPS ile belirlenmiştir. Belirlenen örnek alanlar içerisinde 10 ağacın göğüs yüksekliği çapı (d_{1,30}) (kabuklu) ve boyları ölçülerek kaydedilmiştir. Daha sonra her bir örnek alan için ortalama çap ve boya en yakın ağaç kesilerek, yaş tayini yapılmış ve laboratuvarında kabuksuz çapı belirlemek için gövde kesitleri alınmıştır. Her bir sahada en iyi temsil kabiliyetine sahip bir noktada, derinliğin yeterli olması durumunda 120 cm'ye kadar toprak profili açılmış ve incelenmiştir. Ayrıca her bir örnek alanda da 0-30 cm derinlik kademesinden toprak örnekleri alınmıştır.

Bu çalışmada 21 toprak örneği üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Topraklarda tane çapı (Bouyoucous hidrometre metodu ile), toprak reaksiyonu (H₂O ve 1N KCl'de cam elektrotlu pH-metre ile), organik karbon (Walkley-Black ıslak yakma yöntemi ile), toplam azot (sömi-mikro Kjeldahl metodu ile), kireç (Scheibler kalsimetre yöntemi ile), analizleri yapılmıştır (Karaöz, 1989a; 1989b).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

Doğal gençleştirme sahalarında ölçülen göğüs yüksekliği çapı (kabuksuz) ve boy değerleri 10 yaşa enterpole edilmiş, istatistik analizlerinde bu değerler kullanılmıştır. Elde edilen veriler istatistik açıdan SPSS paket programında değerlendirilmiştir. Varyans analizi ve Duncan testi ile 10 yaşındaki göğüs yüksekliği çapı ve boy değerleri sahalar arasında karşılaştırılmıştır. Ayrıca toprak

özellikleri (organik karbon, toplam azot, kireç, aktüel asitlik, potansiyel asitlik, kum içeriği, toz içeriği ve kil içeriği) ile göğüs yüksekliği çapı ve boy değerleri arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için ise toplam 21 örnek alan için korelasyon analizi yapılmıştır. İstatistik sonuçlar ekolojik olarak yorumlanmıştır.

3. Bulgular

3.1. Örnek alanlara ilişkin arazi ve laboratuvar bulguları

Örnek alanlarla ilgili olarak arazide yapılan ölçüm ve tespitlere göre yükseltinin 353-643 m ve eğimin 3-39° arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 1). Örnek alanlarda yapılan anakaya tespitlerine göre çalışma alanında rastlanan anakaya çeşitleri kıltaşı, kumtaşı, konglomera ve ofiyolitik melanj'dır. Toroslarm güney kesiminde yer alan çalışma alanında, örnek alanlarda tespit edilen bakı grupları güney, güneybatı, güneydoğu ve doğudur. Örnek alanların relief durumları alt yamaç, alt orta yamaç, üst orta yamaç, sırt düzlüğü olarak belirlenmiştir. Örnek alanlarda ölçümü yapılan ağaçlarla ilgili olarak, yaşın 7-19 arasında değiştiği, 10 yaşa enterpole edilmiş kabuksuz çap değerleri ortalamasının 1,83-11,21cm boy değerleri ortalamasının ise 2,59-7,81 m arasında değiştiği tespit edilmiştir. Örnek alanlara ilişkin bazı yetiştirme ortamı özellikleri, ağaç yaşı, göğüs yüksekliği çapı ve boy değerleri ayrıntılı olarak çizelgede gösterilmiştir.

Yapılan toprak analizleri sonucunda, toprakların 0-30 cm derinlik kademesi için organik karbon miktarının; % 0,359-2,727 arasında, toplam azot miktarının; % 0,025-0,194 arasında, kireç içeriğinin; % 0,00-40,58 arasında, aktüel asitliğin; 7,12-8,14 pH değeri arasında, potansiyel asitliğin; 6,37-7,71 pH değeri arasında, kum içeriğinin; % 30,5-79,1 arasında, kil içeriğinin; % 8,7-52,0 arasında, toz içeriğinin; % 2,1-41,0 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Toprak türü ağırlıklı olarak balçıklı kil olup, örnek alanlarda tespit edilen diğer toprak türleri; kil (ağır kil), killi balçık, kumlu kil, kumlu killi balçık ve kumlu balçıktır. Toprak özelliklerinin örnek alanlar bazındaki değişimi ayrıntılı olarak çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 1. Örnek alanların bazı yetiştirme ortamı özellikleri, ağaç yaşı, göğüs yüksekliği çapı ve boyu (10 yaş) değerleri

Örnek alan no	Yükselti (m)	Eğim (°)	Bakı	Anakaya	Reliyef	Ağaç yaşı (yıl)	Çap (cm)	Boy (m)
1-1	634	15	G	Ofiyolitik melanj	Alt orta yamaç	9	5,88	4,41
1-2	637	17	G	Ofiyolitik melanj	Alt orta yamaç	9	5,56	4,31
1-3	643	19	G	Ofiyolitik melanj	Üst orta yamaç	9	5,67	4,54
2-1	541	17	G	Kıltaşı	Alt orta yamaç	12	6,72	4,24
2-2	546	19	G	Kıltaşı	Alt orta yamaç	12	8,10	4,94
2-3	555	21	G	Kıltaşı	Alt orta yamaç	12	9,03	5,25
3-1	562	23	GB	Ofiyolitik melanj	Alt orta yamaç	10	10,01	6,13
3-2	542	25	GB	Ofiyolitik melanj	Alt orta yamaç	10	9,88	5,70
3-3	535	27	GB	Ofiyolitik melanj	Alt orta yamaç	10	9,40	5,09
4-1	385	36	D	Kıltaşı	Alt yamaç	13	7,09	4,59
4-2	391	36	D	Kıltaşı	Alt orta yamaç	13	7,19	4,65
4-3	402	39	D	Kıltaşı	Üst orta yamaç	13	7,50	4,31
5-1	391	32	GD	Kıltaşı	Alt orta yamaç	7	11,21	7,14
5-2	398	32	GD	Kıltaşı	Üst orta yamaç	7	9,96	7,81
5-3	418	33	GD	Kıltaşı	Üst orta yamaç	7	9,97	7,09
6-1	364	23	D	Kumtaşı-Konglomera	Alt yamaç	19	5,33	3,45
6-2	355	3	D	Kumtaşı-Konglomera	Alt yamaç	19	4,49	2,97
6-3	353	3	D	Kumtaşı-Konglomera	Sırt düzlüğü	19	5,26	3,23
7-1	370	16	D	Kıltaşı-Kumtaşı-Konglomera	Alt orta yamaç	8	3,30	2,80
7-2	364	20	D	Kıltaşı-Kumtaşı-Konglomera	Alt orta yamaç	8	2,34	2,90
7-3	368	25	D	Kıltaşı-Kumtaşı-Konglomera	Alt orta yamaç	8	1,83	2,59

G: Güney, D: Doğu, GB: Güneybatı, GD: Güneydoğu

Çizelge 2. Örnek alanlara ilişkin bazı toprak özellikleri (0-30cm derinlik kademesi için)

Toprak no	Org C (%)	Toplam N (%)	Kireç (CaCO ₃) (%)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak türü
1 - 1	1,027	0,115	0,00	7,28	6,90	79,1	8,7	12,2	KuB
1 - 2	0,869	0,113	0,15	7,12	6,37	70,9	18,9	10,2	KuKB
1 - 3	0,949	0,092	0,09	7,65	7,39	74,6	14,7	10,7	KuB
2 - 1	2,255	0,173	0,17	7,35	6,90	37,4	37,8	24,8	BK
2 - 2	1,969	0,194	0,24	7,62	7,33	33,7	29,4	36,9	BK
2 - 3	1,189	0,154	4,95	7,84	7,64	35,7	52,0	12,3	K
3 - 1	0,535	0,099	0,08	7,36	6,49	64,6	26,8	8,6	KuK
3 - 2	1,151	0,108	5,61	8,00	7,71	41,9	29,0	29,1	BK
3 - 3	1,042	0,075	1,27	8,03	7,69	62,6	22,7	14,7	KuKB
4 - 1	2,727	0,150	4,92	7,91	7,49	45,8	28,7	25,5	BK
4 - 2	1,594	0,101	14,31	8,08	7,65	41,8	30,7	27,5	BK
4 - 3	1,949	0,127	11,64	8,03	7,54	41,8	32,7	25,5	BK
5 - 1	1,087	0,072	40,58	8,05	7,67	30,5	28,5	41,0	BK
5 - 2	0,558	0,079	34,71	8,04	7,71	45,0	24,4	30,6	KB
5 - 3	2,204	0,112	16,92	7,98	7,56	51,0	24,4	24,6	KB
6 - 1	0,806	0,059	30,49	8,00	7,66	77,5	20,4	2,1	KuKB
6 - 2	1,171	0,064	30,45	8,14	7,67	66,9	24,8	8,3	KuKB
6 - 3	0,359	0,026	32,85	8,06	7,68	67,7	10,5	21,8	KuB
7 - 1	0,877	0,025	34,71	8,03	7,59	34,9	31,0	34,1	BK
7 - 2	1,708	0,114	27,24	8,13	7,68	42,6	25,1	32,3	BK
7 - 3	1,251	0,055	30,83	8,08	7,62	44,9	25,0	30,1	KB

K: Kil, BK: Balçıklı kil, KuK: Kumlu kil, KB: Killi balçık, KuKB: Kumlu killi balçık, KuB: Kumlu balçık

3.2. İstatiksel değerlendirme sonucunda elde edilen bulgular

Duncan testi sonucuna göre, göğüs yüksekliği çapı (kabuksuz) değerlerine göre 4 grup oluşmuş; 1. grupta; 7, 2. grupta; 6-1, 3. grupta; 4-2, 4. grupta; 3-5 nolu doğal gençleştirme sahası yer almıştır. Boy değerlerine göre ise 6 grup oluşmuş olup; 1. grupta; 7, 2. grupta; 6, 3. grupta; 1-4, 4. grupta; 4-2, 5. grupta; 3, 6. Grupta; 5 nolu doğal gençleştirme sahası yer almıştır (Çizelge 3).

Kızılçam doğal gençleştirme sahalardaki ağaç çap ve boy gelişimi üzerinde toprak özelliklerinin etkisini belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizi sonucuna göre göğüs yüksekliği çapı ve ağaç boyu ile toprak özellikleri arasında istatistiksel anlamda herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Göğüs yüksekliği çapı ile boy arasında %1 önem seviyesinde ($r^2=0,916 / p=0,000$) pozitif yönlü ilişki bulunmuştur. Organik karbon ile azot arasında %1 önem seviyesinde ($r^2=0,688 / p=0,001$) pozitif yönlü, kum miktarı arasında %5 önem seviyesinde ($r^2=-0,468 / p=0,032$) negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Toplam azot ile kireç arasında %1 önem seviyesinde ($r^2=-0,700 / p=0,000$) negatif yönlü, aktüel asitlik arasında %5 önem seviyesinde ($r^2=-0,464 / p=0,034$) negatif yönlü, kil miktarı arasında %5 önem seviyesinde ($r^2=0,461 / p=0,35$) pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Kireç ile aktüel asitlik arasında %1 önem seviyesinde ($r^2=0,697 / p=0,000$) pozitif yönlü, potansiyel asitlik arasında %1 önem seviyesinde ($r^2=0,588 / p=0,05$) pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Aktüel asitlik ile potansiyel asitlik arasında %1 önem seviyesinde ($r^2=0,942 / p=0,000$) pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Kum ile kil arasında %1 önem seviyesinde ($r^2=-0,751 / p=0,000$) negatif yönlü, toz arasında %1 önem seviyesinde ($r^2=-0,829 / p=0,000$) negatif yönlü ilişkiler bulunmuştur (Çizelge 4).

4. Tartışma ve sonuçlar

Yapmış olduğumuz çalışmada da toprak parametreleri ile ağaçların gelişimi (çap-boy değerleri) arasında istatistiksel açıdan bir ilişki bulunamamıştır. Özkan ve Kuzgedenli

(2010), tarafından yapılan “Akdeniz Bölgesi Sütçüler Yöresi’nde kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) verimliliği ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler” konulu çalışmada çalışmamıza benzer şekilde; bonitet endeksi ile bağımsız değişkenler (bakı, yamaç konumu, denizden yükseklik, eğim, toprak derinliği, genel taşlılık, iskelet miktarı, pH, kireç, organik madde, kil, toz, kum, üst boy) arasında yapılan basit regresyon analizi sonucunda toprak özellikleri ile ağaç boyu arasında ilişki bulunamamış olup sadece, denizden yükseklik ile üst boy arasında önemli negatif ilişki bulunmuştur. Çalışmamız sonuçlarına benzer olarak Çelik ve Özkan (2015), tarafından yapılan bir başka çalışmada da kızılçamın yetiştirme ortamı özellikleri ile ikili ilişkileri araştırmak için yapılan korelasyon analizi sonucunda hiç bir yetiştirme ortamı özelliği ile istatistiksel olarak önemli bir ilişki tespit edilememiştir.

Fizyolojik derinlik orman ağaçlarının gelişimi bakımından mutlak derinliğe göre çoğu zaman daha ön plan çıkmaktadır. Tortul kayalar ve materyallerde fizyolojik derinlik anakayanın çatlak yapısı tortul materyallerin istiflenme şekline göre değişkenlikler gösterebilmektedir. Toprak özellikleri ile ağaç gelişimi arasında istatistiksel açıdan bir ilişki bulunamamasının ana sebebi çalışma alanımızda ağaç gelişiminde etkin olan ana faktörün fizyolojik derinlik olması ile açıklanabilir. Fizyolojik derinlik değerini sayısallaştırmak oldukça güç olduğu için fizyolojik derinlik ile ağaç gelişimi arasındaki ilişki istatistiksel olarak araştırılmamıştır.

Ağaç gelişiminin en iyi olduğu saha 5 nolu saha olarak belirlenmiştir. Bu sahada ağaç gelişiminin iyi olması fizyolojik derinliğin pek derin olduğu sahada yapılan profil incelemesinde blok kaya gözlemlenmemesine bağlı olarak pedondaki toprak miktarının fazla olması ve toprağın killi balçık türde olması ile açıklanabilir. Karatepe vd. (2005), tarafından yapılan Isparta Gölçük Tabiat Parkı’nda Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)’nin Farklı Anakayalardan Oluşmuş Topraklardaki Gelişiminin Ekolojik İrdelenmesi başlıklı çalışmada da, Toros sedirinin en iyi boy büyümesi ve çap artımını çalışmamıza benzer şekilde pedondaki toprak miktarının en çok olduğu alüvyon topraklarında

yaptığını tespit etmişlerdir. Özkan vd. (2008), tarafından Beyşehir Gölü Havzası'nda, Karaçam (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana*) ormanlarında yapılan çalışmada da ağaç büyümesinin, derinliğe bağlı olarak aşağı yamaçlara inildikçe arttığını tespit etmişlerdir. Bu sonuçta aşağı yamaçlarda derinliğe ilaveten birim hacimdeki (pedondaki) toprak miktarının artışı ile açıklanabileceğinden 5 nolu sahadaki tespitimize benzerlik göstermektedir.

Gelişimin 2. olarak en iyi olduğu sahan 3 numaralı saha olarak belirlenmiştir. Bu sahada fizyolojik derinliğin pek çok yerde 120 cm'nin altına inemediği gözlemlenmiştir. Sahada yapılan profil incelemesinde profil boyunca yer yer kaya blokları gözlemlenmiştir. Bu durum 5 numaralı sahaya göre pedon içerisindeki toprak miktarını azaltmış olup, bu sebeple de ağaç gelişimi besin ve özellikle su tutumunun 5 numaralı sahaya göre daha az olması sebebiyle daha

geride kalmış olabilir. Quezell (1977) tarafından yapılan çalışmada da son derece kanaatkar olan kızılçamın iyi gelişim gösterebilmesinin anakayanın çatlak yapısı dolayısıyla fizyolojik derinlikle ilişkili olduğu belirtilmektedir.

Ağaç gelişimin 3. ve 4. olarak en iyi olduğu sahalara sırasıyla 2 ve 1 numaralı sahalara olarak belirlenmiştir. Bu sahalarda fizyolojik derinlik yer yer 120 cm'yi bulsa da genel olarak 50-60 cm civarında gözlemlenmiştir. Fizyolojik derinliğin 5 ve 3 numaralı sahalara göre genel olarak daha az oluşu gelişimin bu iki sahaya göre daha az olmasının nedeni olarak gösterilebilir. Bu iki sahadan 2 numaralı sahada gelişimin daha iyi olması sahadaki taban suyu yüksekliğinin yanı sıra kil oranındaki yüksekliğe bağlı olarak toprağın su besin tutma kapasitesinin daha iyi olması ile açıklanabilir.

Çizelge 3. Göğüs yüksekliği çapı ve boy değerlerinin Duncan testi sonuçları

Saha no	Ağaç sayısı	Çap (cm)				Boy (m)					
		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
7	30	2,490				2,767					
6	30		5,030				3,210				
1	30		5,707					4,417			
4	30			7,267				4,520	4,520		
2	30			7,957					4,813		
3	30				9,763					5,643	
5	30				10,377						7,347

Çizelge 4. Göğüs çapı yüksekliği ve boy ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler (n=21)

		Göğüs yüksekliği çapı (cm)	Boy (m)	Organik C (%)	Toplam N (%)	Kireç (%)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)
Göğüs yüksekliği çapı (cm)	Korelasyon katsayısı	1	,916**	,032	,311	-,272	-,080	-,027	-,220	,276	,088
	p değeri		,000	,889	,171	,233	,729	,906	,338	,226	,703
Boy (m)	Korelasyon katsayısı	,916**	1	-,004	,246	-,136	-,092	-,048	-,216	,155	,184
	p değeri		,000	,985	,282	,558	,693	,838	,348	,501	,424
Organik C (%)	Korelasyon katsayısı	,032	-,004	1	,688**	-,302	,035	,070	-,468*	,396	,350
	p değeri		,889	,985	,001	,184	,881	,764	,032	,076	,120
Toplam N (%)	Korelasyon katsayısı	,311	,246	,688**	1	-,700**	-,464*	-,333	-,334	,461*	,097
	p değeri		,171	,282	,001	,000	,034	,140	,139	,035	,674
Kireç (%)	Korelasyon katsayısı	-,272	-,136	-,302	-,700**	1	,697**	,588**	-,180	-,102	,351
	p değeri		,233	,558	,184	,000	,000	,005	,434	,660	,119
pH (H ₂ O)	Korelasyon katsayısı	-,080	-,092	,035	-,464*	,697**	1	,942**	-,338	,140	,377
	p değeri		,729	,693	,881	,034	,000	,000	,134	,545	,092
pH (KCl)	Korelasyon katsayısı	-,027	-,048	,070	-,333	,588**	,942**	1	-,349	,160	,376
	p değeri		,906	,838	,764	,140	,005	,000	,121	,490	,093
Kum (%)	Korelasyon katsayısı	-,220	-,216	-,468*	-,334	-,180	-,338	-,349	1	-,751**	-,829**
	p değeri		,338	,348	,032	,139	,434	,134	,121	,000	,000
Kil (%)	Korelasyon katsayısı	,276	,155	,396	,461*	-,102	,140	,160	-,751**	1	,253
	p değeri		,226	,501	,076	,035	,660	,545	,490	,000	,269
Toz (%)	Korelasyon katsayısı	,088	,184	,350	,097	,351	,377	,376	-,829**	,253	1
	p değeri		,703	,424	,120	,674	,119	,092	,093	,000	,269

** p<0,01 ve * p<0,05'i göstermektedir.

Ağaç gelişimin en kötü olduğu saha 7 numaralı saha olarak tespit edilmiştir. Bu sahada anakayanın yatay tabakalı tortul bloklardan oluşması fizyolojik derinliği çok azaltmıştır. Anakaya ağırlıklı olarak kıltaşı ve daha az miktarda da kumtaşı, ince çakıltaşı ve konglomeradan oluşmaktadır. Bu sahada ağaç gelişiminin kötü oluşu tortul tabakaların yeryüzüne paralel uzanması sebebiyle ağaçların aşağı doğu kök gelişimini rahat yapamaması ile açıklanabilir. Çalışmamızdaki gelişiminin en kötü olduğu 7 numaralı sahadaki anakaya yapısının büyüme üzerindeki olumsuzluklarını destekler nitelikte bazı araştırma sonuçları bulunmaktadır. Şöyle ki; Şad (1976), yaptığı çalışmada kompakt metamorfik kayalar üzerinde kızılçamın yetişmediğini belirtmiştir. Anakayanın, köknüfuzuna imkân verebilecek yeterlilikte çatlaklı olup olmaması ve tabakalanma biçimi, kızılçamın gelişmesinde anakayanın türünden daha önemli gibi görünmekte olup, çatlaklı olmayan kalker ve travertenler ile toprak yüzeyine paralel tabakalanış gösteren flişler üzerinde ya hiç gelişmemekte ya da çok zayıf bir gelişim gösterdiğini ifade etmiştir.

Ağaç gelişiminin 2. olarak en kötü olduğu saha 6 numaralı saha olarak tespit edilmiştir. Bu sahada ise anakayanın kalın yataya yakın tabakalı kumtaşı ve sert yapıli konglomera oluşu fizyolojik derinlik yer yer uygun olsa da yoğun miktardaki iskelet miktarı sebebiyle su ve besin tutumunu azaltmıştır. Bu durum ağaç gelişiminin kötü oluşunun sebebi olarak gösterilebilir. Polat vd. (2014), tarafından yapılan bir çalışmada da, çalışmamızdaki 6 numaralı saha sonuçlarına benzer olarak taşlılığın fazla olduğu araştırma sahalarında iskelet hacmindeki artışın sedir ve karaçam üst boyuna olumsuz etki yapmakta olduğu belirtilmiştir.

Ağaç gelişiminin 3. olarak en kötü olduğu saha 4 numaralı saha olarak tespit edilmiştir. Bu sahada anakayanın karışık tabakalanma gösteren kıltaşıdır. Ağaç gelişiminin bu sahada kötü oluşunun sebebi tabakaları yoğun istifli yapısı sebebiyle kök gelişimi zorlaştırması ve iskelet içeriğinin % 75'in üzerinde oluşu ile açıklanabilir.

Sonuç olarak tortul kayaç ve anamateryal yapısının hakim olduğu sahalarda fizyolojik derinlik oldukça değişken olup, fizyolojik derinlik durumuna göre ağaç gelişimleri değişmektedir. Bu sebeple bu tip sahalarda yapılacak suni tensil, tabii tensil ve ağaçlandırma çalışmaları öncesinde yapılacak etüd çalışmalarında özellikle bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Mutlak toprak derinliğini az bile olsa şayet fizyolojik derinlik uygun ise gelişimin çok iyi olabileceği dikkatten kaçınılmamalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından 3961-YL1-14 No' lu, "Isparta Orman Bölge Müdürlüğü kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) doğal gençleştirme sahalarında anakaya - toprak özelliklerinin ağaç gelişimine etkisi" isimli proje ile desteklenen yüksek lisans tezinin özeti olup, katkılardan dolayı Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonim, 2012. Türkiye Orman Varlığı. Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayın No: 85, Ankara.
- Asmaz, H., 1993. Akdeniz peyzajında kızılçamın önemi. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu, 18-23 Ekim 1993, Bildiriler Kitabı, s.48-55, Marmaris.
- Atalay, İ., 1983. Türkiye Vejetasyon Coğrafyasına Giriş. E. Ü. Edebiyat Fak. Yay. No:19.
- Atalay, İ., Sezer, İ., Çukur, H., 1998. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarının Ekolojik Özellikleri Ve Tohum Nakli Açısından Bölgelere Ayrılması. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Yayın No.6, 108 s., Ege Üniversitesi Basım Evi, İzmir.
- Çelik, H., Özkan, K., 2015. Antalya Ovacık Dağı Yöresinde kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın gelişimi ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(2):190-197.
- Kantarcı, M.D., 1982. Akdeniz Bölgesinde Doğal Ağaç ve Çalı Türlerinin Yayılışı ile Bölgesel Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 3054/330, s.105, İstanbul.
- Kantarcı, M.D., 1984. Türkiye'nin Batı Akdeniz Bölümündeki kızılçam ağaçlandırmalarında ekolojik değerlendirmeler. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Cilt: 2, 81-100.
- Karaöz, M.Ö., 1989a. Toprakların su ekonomisine ilişkin bazı fiziksel özelliklerinin laboratuvarında belirlenmesi yöntemleri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 39(2):133-144.
- Karaöz, M.Ö., 1989b. Toprakların bazı kimyasal özelliklerinin (pH, karbonat, tuzluluk, organik madde, total azot, yararlanılabilir fosfor) analiz yöntemleri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 39(3): 64-82.
- Karatepe, Y., 2004. Eğirdir Gölü Havzasının yetiştirme ortamı özellikleri ve sınıflandırılması. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karatepe, Y., Süel, H., Yetüt, İ., 2005. Isparta Gölçük Tabiat Parkında Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)'nin farklı anakayalardan oluşmuş topraklardaki gelişiminin ekolojik irdelenmesi. SDÜ. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 1: 64-75.
- Kayacık, H., 1965. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği Gymnospermae (Açık Tohumlular) I. Cilt. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 1105/98, 390s. İstanbul.
- Neyişçi, T., 1987a. Kızılçamın doğal yayılışı. Kızılçam, El Kitabı Dizisi 2, OAE Yayını, Muhtelif Yayınlar Serisi, No. 52, 15-22.
- Neyişçi, T., 1987b. Kızılçamın ekolojisi. E. Öktem (ed), Kızılçam, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi 2, s. 23 – 56.
- Özkan, K. Gülsöy, S, Mert, A., 2008. Interrelations between height growth and site characteristics of *Pinus nigra* Am. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe. J. The Malaysian Forester, 71: 9-17.

- Özkan, K., Kuzugüdenli, E., 2010. Akdeniz Bölgesi Sütçüler Yöresinde kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) verimliliği ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 1:16-29.
- Quezell, P., 1977. Forest of the Mediterranean Basin in Mediterranean Forest and Maquis: Ecology, Conservation and Management, MAB Technical Notes: 2.
- Pantelas, V., 1986. The Forests of Brutia Pine in Cyprus. Ciheam, 86(1): 43-46.
- Polat, S., Polat, O., Kantarcı, M.D., Tüfekçi, S., Aksay, Y., 2014. Mersin-Kadıncık Havzası'ndaki sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ağaçlandırmalarının boy gelişimi ile bazı yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. Ormanlık Araştırma Dergisi, Cilt:1(A): 22-37.
- Saatçioğlu, F., Pamay, B., 1962. Adana bölgesinin kalkınmasında kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) önemi ve silvikültürü. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt XII, Sayı: 2:88-101.
- Şad, H.C., 1976. Türkiye'de Reçine Üretimi Yapılan Ormanların Amenajman Esasları Hakkında Araştırmalar. İÜ Orman Fakültesi, Yayın No: 214, İstanbul.
- Şenel, M., 1997. MTA Türkiye Jeoloji Haritası, Isparta 4 Paftası, 1:250000 No: 14. Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.