

## Odun Üretimi Amacıyla İşletilen Kızılçam İyi Bonitet İşletme Sınıfında Etanın Düzenlenmesi

Altay Uğur GÜL  
KTÜ Orman Fakültesi, 61080, Trabzon-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 16.06.1997

**Özet:** Bu çalışmada, Antalya-Gazipaşa Orman İşletme Müdürlüğü Kızılçam İyi Bonitet İşletme Sınıfı'ndan elde edilen veriler kullanılarak, ormandan elde edilecek etanın düzenlenmesi için, değişik idare süresi ve iskonto oranlarına göre doğrusal programlama modelleri geliştirilmiş ve çözülmüştür. Modellerin çözümü sonucu en uygun idare süresi saptanmış, ayrıca kesim dönemi ağaçlandırma-geçleştirme alanları, etaları ve bugünkü net değer miktarları ortaya konmuştur.

### Planning of Allowable Cut in Working Forest Groups of Calabrian Pine for Timber Production

**Abstract:** Linear programming models were developed and solved according to different interest rates and rotation periods for the planning of allowable cut using data obtained from working forest groups of calabrian pine in the Gazipaşa Forest Enterprise in Antalya. Then, the most suitable rotation period; regeneration and afforestation area; total and annual allowable cut; and present net value were determined.

### Giriş

Ormanın doğal koşullarına, varolan (aktuel) ve olması gereken (optimal) kuruluşa uygun olarak saptanan doğal süreklilik etası, ormanın doğal verimliliğini ve sürekliliğini sağlamaz (1). Entansif işletmeciliğin uygulanacağı orman işletmelerinde, içeriği zenginleştirilmiş ve ekonomik fizibilitesi yapılmış orman ammenajman planları düzenlemek, orman amenajmanının gündeminde daha uzun süre kalacaktır (2). Nitekim orman işletmelerinin planlanmasında toplam eta (TE), bugünkü net değer (PNW) ya da maliyeti eniyilemeye çalışan birçok model geliştirilmiştir.

Field, Dress ve Fortson, bir orman planlama sorununun çözümünde kullandığı doğrusal programlama modelini, önce toplam eta, daha sonra da bugünkü net değer ve bugünkü maliyeti eniyileyecek biçimde çözmüştür. Amaç denklemi toplam bugünkü net değer olduğunda, toplam eta 36.869 m<sup>3</sup>, toplam bugünkü net değer 31.740 \$ ve bugünkü maliyet 12.186 \$ olarak gerçekleşmiştir (3). Nelson, Brodie ve Sessions, 4.000 hektar büyüklüğündeki bir ormanlık alan için bir doğrusal programlama modeli geliştirmiş ve toplam eta ile bugünkü net değeri eniyilemiştir (4). Hof, Robinson ve Betters, geliştirdiği 20 adet doğrusal programlama modeli ile bugünkü net değere çevrilmiş net geliri

eniyilemiş ve en çok 201.762 \$, en az 192.156 \$ net gelir elde etmiştir (5). Hof ve Pickens, üç değişik kısıt içeren üç doğrusal programlama modeli geliştirmiş ve bu modellerin çözümü sonucunda net bugünkü değer, kaplamalık, kerestelik ve kağıtlık odun üretim miktarı ile gençleştirme alanı ve yapılacak yol uzunluğu saptanmıştır (6). Hoganson ve Mcdill, düzenli bir orman kurmak için düzenleme süresinden etkilenen idare süresinin saptanması amacıyla bir doğrusal programlama modeli geliştirmiştir. Amaç denklemi olarak, gelecek dönemlerde yapılacak gençleştirme çalışmalarından etkilenecek bugünkü değer eniyilenmesi olarak öngörülmüştür (7). Weintraub, Barahona ve Epstein, odun ve ot üretimi, sedimentasyon miktarının belirlenen bir sınırın altında tutulması, eğlenme-dinlenme alanının ayrılması ve bütçe olanakları gibi kısıtları içeren orman planlama sorunlarının çözümü için bir yaklaşım ortaya koymuştur (8). Davis ve Johnson, "Orman Amenajmanı" adlı kitabında doğrusal programlama yöntemi ile orman işletmelerinin planlanması konusunda örnek problemler vermiştir (9).

Bu çalışmanın amacı, odun üretimi amacıyla işletilen Antalya-Gazipaşa Orman İşletme Müdürlüğü Kızılçam İyi Bonitet İşletme Sınıfı için değişik idare süresi ve iskonto oranlarına göre planlama dönemi sonunda toplam bugünkü net değer, toplam eta, kesim dönem etaları ile

ağaçlandırma-geçleştirme alanlarının değişimini incelemek ve en uygun idare süresini kararlaştırmaktır. Bu amaçla, idare süresine bağlı beş model geliştirilmiş, her model %1'den %10 iskonto oranına göre çözülmüş ve toplam 50 adet seçenek çözüm elde edilmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma alanı olarak Antalya-Gazipaşa Orman İşletme Müdürlüğü içinde yer alan Kızılcım İyi Bonitet İşletme Sınıfı esas alınmıştır. Gül'ün "Orman Amenajmanında Uzun Süreli Eta Kestiriminin Doğrusal Programlama ile Gerçekleştirilmesi" adlı doktora tezinden bu işletme sınıfına ilişkin varolan ve olması gereken meşcere bilgileri (10), Yeşil'in "Değişik Sıklık ve Bonitetdeki Kızılcım Meşcerelerinin Yaşa Göre Gelişimi" adlı doktora tezinden modellerde yer alan karar değişkenlerine ilişkin bugünkü net değerlerin hesaplanmasında kullanılan meşcere orta çapları ve ürün çeşitleri hacim oranları (11) elde edilmiştir. İşletme sınıfının toplam alanı 34.023,5 hektardır. Bu alanın 16.576,5 hektarı açıklık alan, 17.447,0 hektarı değişik meşcere tiplerinden oluşan ormanlık alandır. Aktüel meşcerelere aralama kesimi uygulanmamakta, ancak optimal meşcerelere, 15 ve 25 yaşlarında olmak üzere yaşlarında olmak üzere iki kez aralama kesimi uygulanmakta ve sırasıyla 10 m<sup>3</sup>/ha ile 24 m<sup>3</sup>/ha eta alınmaktadır.

Faiz oranı, birim kapitalin fiyatıdır ve belli bir dönemde birim kapitali kullanmanın karşılığıdır (12). Faiz oranı cari faiz oranı, beklenen enflasyon oranı ve risk oranından oluşur (9). Orman işletmesinin sermayesinin %75-85'ini ağaç serveti oluşturmaktadır. Sermaye sunumu ne kadar fazla olursa, faiz o kadar düşer, sermaye ucuzlar. Sermaye istemi fazla olursa, faiz oranı yükselir, sermaye pahalıdır (13), (14). Paranın zaman değeri dikkate alınarak belli bir yıla getirilmesinde kullanılan orana iskonto oranı adı verilir. İç karlılık oranı ise net bugünkü değeri sıfır yapan iskonto oranıdır (15). Modelde karar değişkenlerinin bugünkü net değerleri, beklenen enflasyon oranı dışındaki, cari faiz ve risk oranından oluşan faiz oranı ile iskonto edilerek hesaplanmıştır.

Bugünkü net değerlerin hesaplanmasında kullanılan net gelirler, Gazipaşa Orman İşletme Müdürlüğü'nün 1987 yılı tomruk (75.000 TL/ha), maden direği (30.000 TL/ha), sanayi odunu (35.000 TL/ha) ve yakacak odun(1.000 TL/ha) satışlarından hesaplanan değerlerdir.

Yine; geçleştirme (926.000 TL/ha), yol yapım (19.800 TL/ha), bakım (5.180 TL/ha),orman bakım (2.385 TL/ha), yıllık işletme (4.214 TL/ha) ve satış giderleri (340 TL/ha), aynı yıl için işletme arşivinden elde edilmiştir.

Yöntem olarak doğrusal programlama yöntemi kullanılmış, aşağıda verilen model geliştirilerek uygulanmıştır.

a) amaç denklemi, planlama dönemi için elde edilen toplam bugünkü net değer maksimum yapılmasıdır. Planlama dönemi 100 yıl olup, 10'a yıllık 10 kesim döneminden oluşmaktadır.

$$Z_{\max} = \text{BND} \quad (1)$$

b) kısıtlar, hacim, toplam eta, toplam bugünkü net değer, eta kontrol, mevcut alan ve aktüel alan ile optimal alan arasındaki ilişki denklemlerinden oluşmaktadır.

-hacim kısıtları, meşcere tiplerinden kesim dönemlerinde elde edilen eta miktarları esas alınarak geliştirilmiştir. Her bir dönem etası, H<sub>i</sub> değişkeni ile ilişkilendirilmiştir. Bu değişken, model çözümü sonucunda her kesim dönemi için eta miktarını vermektedir.

$$\sum_{j=1}^n \left( \sum_{k=1}^o a_{jk} x_{jk} \right) + \left( \sum_{k=1}^p P_k O_k \right) - H_i = 0, \quad i=1,2,\dots, m \quad (2)$$

- toplam eta kısıtı, karar değişkenlerinin planlama dönemi sonundaki toplam etasını vermektedir. Toplam eta, TAC değişkeni ile ilişkilendirilmekte ve böylece, model çözümü sonucunda kesim dönemi etalarının toplamı elde edilmektedir.

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o d_{jk} x_{jk} + \sum_{k=1}^p d_k O_k - \text{TAC} = 0 \quad (3)$$

- toplam bugünkü net değer kısıtı, karar değişkenlerinin planlama dönemi sonundaki toplam bugünkü net değerini vermektedir. Toplam bugünkü net değer, BND değişkeni ile ilişkilendirilmekte ve böylece, model çözümü sonucunda toplam bugünkü net değer elde edilmektedir.

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o e_{jk} x_{jk} + \sum_{k=1}^p f_k O_k - \text{BND} = 0 \quad (4)$$

- model eta kontrol esasına dayanmaktadır. Eta kontrol kısıtları, (i). kesim dönemi etası ile (i+1). kesim dönemi etası arasındaki farklılığı kontrol etmektedir.

Örneğin;  $a=0.6$  ve  $b=1.4$  alındığında  $(i+1)$ . kesim dönemi etası  $(i)$ . kesim dönemi etasından  $0.6$  kat daha az ve  $1.4$  kat daha fazla, yani  $(i)$ . kesim dönemi etası  $100.000 \text{ m}^3$  olursa,  $(i+1)$ . kesim dönemi etası en az  $60.000 \text{ m}^3$  ve en fazla  $140.000 \text{ m}^3$  olabilir. Geliştirilen bu modelde, eta kontrol kısıtlarındaki  $a$  değişkeni  $0.6$  ve  $b$  değişkeni  $1.4$  olarak alınmıştır. Bu değişken değerleri değiştirilerek, farklı seçenek çözümler elde edilebilir.

$$-aH_i + H_{i+1} = 0 \quad (5)$$

$$-bH_i + H_{i+1} = 0 \quad (6)$$

- alan kısıtları, mevcut meşcere tiplerinin alanlarını tanımlamaktadır.

$$\sum_{k=1}^i x_{jk} = t_j \quad (7)$$

- aktuel ile optimal meşcereler arasındaki ilişkiye ait kısıtlar, kesim dönemlerinde gençleştirilen mevcut meşcere tipleri alanlarını toplam olarak vermektedir.

$$\sum_{j=1}^n x_{jk} - O_k = 0, \quad k=1,2,\dots, p \quad (8)$$

Burada

$n$ -meşcere tipi sayısı

$m$ -kesim dönemi sayısı

$o$ -aktuel meşcere tipleri için kesim dönemi sayısı

$p$ -optimal meşcere tipi sayısı

$a_{jk}$ - $j$ . aktuel meşcere tipinden  $k$  kesim döneminde elde edilecek eta miktarı (aktuel meşcereler için katsayılar matrisi)

$x_{jk}$ -karar değişkenleri,  $j$ .aktuel meşcere tipinden  $k$  kesim döneminde kesilecek alan miktarı

$b_k$ -optimal meşcereler için katsayılar matrisi

$P_k$ - $k$  optimal meşere tipinden elde edilecek eta miktarı (optimal meşcereler için katsayılar matrisi)

$O_k$ -karar değişkenleri, optimal meşcerelerden  $k$  kesim döneminde kesilecek alan miktarı

$H_i$ - $i$ . dönem etası

$d_{jk}$ - $j$ . aktuel meşcere tipinin toplam etası

$d_k$ -optimal meşcerelerin toplam etası

$a, b$ -( $i$ ) ve  $(i+1)$ . dönemdeki etalar arasındaki ilişki

$e_{jk}$ - $j$ . aktuel meşcere tipinin  $k$ .karar değişkenine ilişkin BND miktarı

$f_k$ - $k$ . optimal karar değişkenine ilişkin BND miktarı

TAC-toplam eta

BND-bugünkü net değer

$t_j$ -aktuel meşcere tipi alanını

ifade etmektedir.

## Bulgular

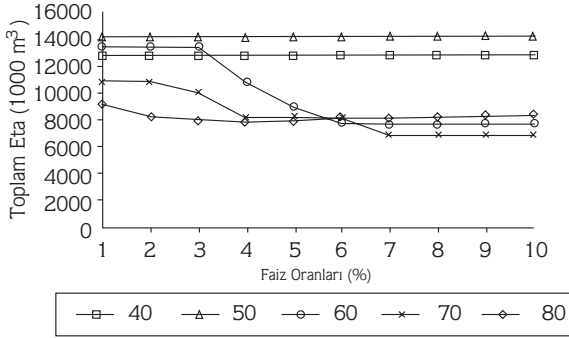
Tablo 1'de tüm müdellere ilişkin çözüm sonuçları verilmiştir. Buna göre en yüksek bugünkü net değer, BS1'de elde edilmiştir. Şekil 1'de idare süresi ve iskonto oranlarına göre toplam etanın değişimi gösterilmiştir. Model A ve B'nin tüm seçenekleri, toplam etanın iskonto oranlarına göre değişiminin en az olduğu seçeneklerdir. Model B'nin tüm seçenekleri en fazla toplam eta sağlamıştır. İskonto oranları %1'den %10'a doğru değiştikçe Model A ve B'nin toplam etalarında, eta farklılığı az, ancak Model C'de iskonto oranı %4 (CS4), Model D'de %3 (DS3) ve Model E'de %2 (ES2) iskonto oranından itibaren eta farklılığı fazla olarak gerçekleşmiştir. Örneğin, Model A'da toplam etalardaki fark, AS1 ve AS4 seçenekleri arasında  $110.602 \text{ m}^3$ , Model C'de ise CS1 ve CS10 seçenekleri arasında  $5.836.210 \text{ m}^3$  olarak gerçekleşmiştir. Toplam eta, iskonto oranına bağlı olarak, özellikle C, D ve E modellerinde önemli ölçüde değişiklik göstermektedir.

Şekil 2'de idare süresi ve iskonto oranlarına göre toplam bugünkü net değer değişimi verilmiştir. Genel olarak Model B'nin tüm seçenekleri, diğer modellere göre daha fazla toplam bugünkü net değer sağlamıştır. Sadece; BS4, BS5 ve BS6 seçenekleri, Model A'nın aynı iskonto oranlarına ilişkin seçeneklerinden (AS4, AS5 ve AS6) daha az bugünkü net değer vermiştir. Tüm seçeneklerde, iskonto oranı yükseldikçe toplam bugünkü net değer azalmıştır. İskonto oranları %1'den %10'a doğru değiştikçe, modellerin aynı iskonto oranlarına ait seçenekleri arasındaki toplam bugünkü net değer farklılığı da azalmıştır. Örneğin; BS1 ve CS1 arasındaki toplam bugünkü net değer farkı  $10.250.794.000 \text{ TL}$ , BS10 ve CS10 arasındaki ise  $1.891.638.000 \text{ TL}$ 'dir.

İlk kesim dönemi etası, planlama etkinliklerinin uygulanmaya başladığı ilk dönem olması bakımından önemlidir. Bu nedenle, Tablo 1'de idare süresi ve iskonto oranlarına göre ilk kesim dönemi etasının değişimi de verilmiştir. Model A ve C'de %3 (AS3 ve CS3), Model B ve D'de %2 (BS2 ve DS2), Model E'de ise %1 (ES1)

Tablo 1. Modellere İlişkin Çözüm Sonuçları Özeti

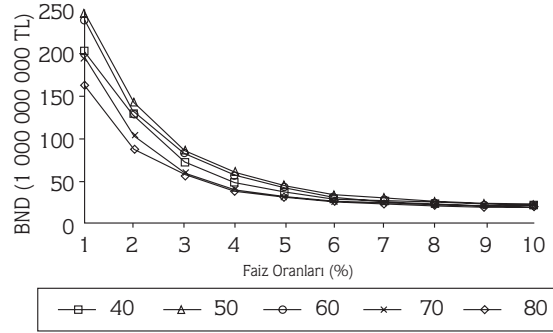
Model	İdare Süresi	Seçenek	İskonto Oranı (%)	Toplam Eta (m <sup>3</sup> )	BND (1000 TL)	I.Dönem Etası (m <sup>3</sup> )
A	40	AS1	1	12.778.989	201.715.127	329.701
		AS2	2	12.778.587	125.329.845	329.676
		AS3	3	12.775.846	80.844.568	329.508
		AS4	4	12.668.387	55.597.661	375.460
		AS5	5	12.668.976	40.489.675	376.049
		AS6	6	12.669.245	31.010.971	376.318
		AS7	7	12.669.340	24.776.770	376.413
		AS8	8	12.669.340	20.484.716	376.413
		AS9	9	12.669.340	17.402.578	376.413
		AS10	10	12.669.340	15.104.113	376.413
B	50	BS1	1	14.244.415	245.987.146	247.769
		BS2	2	14.243.925	137.679.587	247.725
		BS3	3	14.134.428	81.913.720	482.444
		BS4	4	14.091.118	54.197.306	465.024
		BS5	5	14.091.233	39.441.726	465.288
		BS6	6	14.090.851	30.835.486	466.891
		BS7	7	14.090.750	25.434.184	466.891
		BS8	8	14.090.750	21.793.293	466.891
		BS9	9	14.090.461	19.175.809	466.891
		BS10	10	14.090.461	17.188.937	466.891
C	60	CS1	1	13.345.049	235.736.352	191.152
		CS2	2	13.337.363	124.726.759	191.042
		CS3	3	13.328.624	69.349.744	190.917
		CS4	4	10.729.311	44.510.331	350.837
		CS5	5	8.780.533	32.977.627	365.944
		CS6	6	7.601.685	26.520.702	372.181
		CS7	7	7.588.502	22.357.350	372.208
		CS8	8	7.545.548	19.360.115	372.158
		CS9	9	7.517.001	17.089.537	372.171
		CS10	10	7.508.839	15.297.299	372.180
D	70	DS1	1	10.839.309	191.924.133	155.261
		DS2	2	10.833.942	100.545.343	155.184
		DS3	3	9.971.676	56.410.226	347.560
		DS4	4	8.039.394	37.948.542	335.025
		DS5	5	8.030.985	28.668.891	334.993
		DS6	6	8.013.054	23.042.153	335.151
		DS7	7	6.706.970	19.365.471	335.704
		DS8	8	6.704.889	16.821.053	335.734
		DS9	9	6.703.121	14.889.458	335.802
		DS10	10	6.713.782	13.360.426	335.834
E	80	ES1	1	9.153.745	159.580.464	131.117
		ES2	2	8.181.915	84.970.348	341.841
		ES3	3	7.898.660	53.664.010	316.004
		ES4	4	7.782.620	37.403.441	299.917
		ES5	5	7.832.375	28.166.715	308.348
		ES6	6	7.960.283	22.578.085	326.391
		ES7	7	7.960.302	18.941.719	326.392
		ES8	8	8.019.964	16.379.919	334.510
		ES9	9	8.125.481	14.576.614	347.550
		ES10	10	8.127.751	13.164.955	347.677



Şekil 1. İdare süresi ve iskonto oranına göre toplam etanın değişimi

iskonto oranından sonra ilk plan dönemi etasında belirgin bir değişiklik gerçekleşmiştir. Genel olarak, iskonto oranının yükselmesi ilk plan dönemi etasını yükseltmiş, sadece Model D'nin DS3 ve DS4 ile Model A'nın AS4 seçeneklerinde azalma sözkonusu olmuştur.

Tablo 2, 3 ve 4'de toplam eta ve kesim dönemi etası açısından önemli farklılık gösteren seçeneklerin etaları, ağaçlandırma ve kesim alanları verilmiştir. Model A'nın tüm seçeneklerinde VII. döneme kadar eta sürekli olarak artmış, VIII ve IX. dönemde azalmış ve X. dönemde yeniden artmıştır. Etanın kesim dönemlerine göre



Şekil 2. İdare süresi ve iskonto oranına göre toplam bugünkü net değerinin değişimi

değişiminde en büyük farklılık, AS3 ve AS4 seçeneklerinin VIII. dönem etaları arasında 169.000 m<sup>3</sup> olarak görülmüştür. Kesim dönemi etaları, Model B'nin BS2 seçeneğinde IX. döneme kadar sürekli olarak artmış, X. dönemde ise azalmıştır. Diğer seçeneklerde ise II. dönemde azalmış, diğer dönemlerde ise sürekli bir artış göstermiştir. Etaların kesim dönemlerine göre değişiminde en büyük farklılık, BS2 ve BS3 seçeneklerinin I. dönem etaları arasında 234.000 m<sup>3</sup>, X.dönem etaları arasında ise 940.000 m<sup>3</sup> olarak görülmüştür. Açıklık alanlar, BS2'de ilk dört, BS3'de ise son dört dönemde ağaçlandırılmıştır.

Tablo 2. Modellerin çözüm sonuçlarına göre kesim dönemi etaları (1000 M<sup>3</sup>)

Model	İdare Süresi	Seçenek	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
A	40	AS3	330	462	646	904	1266	1772	2481	1878	1267	1773
		AS4	376	447	626	877	1227	1718	2407	2047	1227	1718
B	50	BS2	248	347	486	680	952	1332	1865	2611	3281	2442
		BS3	482	299	418	585	819	1147	1606	2248	3148	3382
C	60	CS3	191	267	374	524	733	1027	1438	2013	2818	3945
		CS4	351	480	288	403	564	790	1106	1548	2167	3034
		CS5	366	512	307	381	534	748	1047	1465	2051	1369
D	70	DS2	155	217	304	426	596	835	1168	1636	2290	3206
		DS3	348	209	274	383	537	751	1052	1472	2061	2886
		DS4	335	469	281	292	408	571	800	1120	1568	2195
		DS7	336	469	282	276	386	541	757	1060	1484	1115
E	80	ES1	131	184	257	360	504	705	987	1382	1935	2709
		ES2	342	479	287	297	415	581	814	1139	1595	2233

Tablo 3. Modellerin çözüm sonuçlarına göre kesim dönemi gençleştirme alanları (ha)

Model	İdare Süresi	Seçenek	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
A	40	AS3	2210	2762	3547	8928	5628	7808	11656	8933	5628	7808
		AS4	2527	2655	3494	8772	5456	7582	11190	9897	5456	7582
B	50	BS2	1631	1821	2371	4049	7577	3618	5052	7537	10241	7577
		BS3	3199	1873	1853	3535	7048	3199	4324	6152	9586	10823
C	60	CS3	1169	1329	1563	2940	3445	7001	2678	4180	6199	9468
		CS4	2106	3119	1087	2357	2828	5952	2106	3256	4357	6791
		CS5	2197	3314	1299	2195	2886	5556	2197	3314	4069	2195
D	70	DS2	917	1102	1104	2612	2246	3080	6389	2549	4031	6024
		DS3	2133	1115	929	2382	2233	3315	5341	2133	3439	5250
		DS4	1984	2977	1397	1682	1694	2627	5387	1984	2977	3673
		DS7	1988	2906	1220	1334	1598	2934	5457	1988	2906	1220
E	80	ES1	851	1118	1258	1710	1767	1246	4979	4519	2876	4359
		ES2	2103	3085	1416	1535	1773	524	2685	4328	2103	3401

Tablo 4. Modellerin çözüm sonuçlarına göre kesim dönemi ağaçlandırma alanları (ha)

Model	İdare Süresi	Seçenek	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
A	40	AS3	3418	5046	8108	5						
		AS4	2929	4927	7696	1025						
B	50	BS2	1987	3231	5166	6192	-					
		BS3	-	2451	4299	6051	3775					
C	60	CS3	1509	2851	4636	6528	-	1053				
		CS4	-	137	3270	4434	-	8735				
		CS5	-	-	2770	-	-	13807				
D	70	DS2	1632	2929	4920	9075	-	-	-			
		DS3	-	2324	4321	9931	-	-	-			
		DS4	-	-	2276	-	-	-	14001			
		DS7	-	4	-	-	-	-	16572			
E	80	ES1	2025	3241	11311	-	-	-	-	-		
		ES2	-	316	16260	-	-	-	-	-		

### Tartışma

Ele alınan kızılçam ormanlarında idare süresi arttıkça, önce toplam etada bir yükselme olmakta, daha sonra azalma oluşmaktadır (Tablo 1). Bunun nedeni iki şekilde

açıklanabilir: 1-İdare süresi attıkça eta miktarı, varolan ve olması gereken meşcerelerin servetine ve artımına bağlı olarak artmaktadır. 2-İdare süresi arttıkça, meşcerenin sağladığı eta miktarı yükselmekte, ancak meşcerenin



planlama dönemi (100 yıl) içindeki kesim sayısı azalmaktadır. Örneğin; idare süresi 50 yıl olan bir modelde, beşinci dönemde kesime sokulan bir meşçereye, onuncu dönemde yeniden kesim uygulanabilmekte, ancak idae süresi 60 yıl olan bir modelde ise besinci ya da altıncı dönemde kesime sokulan bir meşçereye,planlama dönemi içinde yeniden kesim uygulanamamaktadır.

Mevcut bir meşçere tipi, geliştirilmediği sürece, belli düzeyde artım yapmakta, dolayısıyla sağlayacağı toplam eta miktarı artmakta, ancak toplam bugünkü net değer miktarı azalmaktadır. Örneğin; Czb2 meşçere tipi II. kesim döneminde geliştirildiğinde 62.3 m<sup>3</sup>/ha toplam eta, 826.000 TL/ha bugünkü net değer; III. kesim döneminde ise 76.5 m<sup>3</sup>/ha toplam eta ve 807.000 TL/ha bugünkü net değer sağlamaktadır. Açıklık alanlar ise ağaçlandırılmadığı sürece, hem toplam eta, hem de toplam bugünkü net değer miktarı azalmaktadır. Örneğin; açıklık alanlar I, II, III ve IV. kesim döneminde ağaçlandırıldığında, sırasıyla 190 m<sup>3</sup>/ha, 190 m<sup>3</sup>/ha, 129 m<sup>3</sup>/ha, 105 m<sup>3</sup>/ha toplam eta; -561.900 TL/ha, -431.700 TL/ha, -343.800 TL/ha ve -284.400 TL/ha toplam bugünkü net değer sağlamaktadır (10). İskonto oranının yükselmesi, negatif bugünkü net değer veren açıklık alanların daha sonraki yıllarda ağaçlandırılmasını ve pozitif bugünkü net değer veren meşçere tiplerinin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu durumda; özellikle C, D ve E modellerinde, daha sonraki dönemlerde ağaçlandırılan açıklık alanlar, planlama dönemi içinde geliştirilememekte ve toplam eta miktarının düşmesine neden olmaktadır. Örneğin; Model C'nin toplam etaları arasındaki en önemli fark, CS3 ve CS4 seçenekleri arasında ortaya çıkmıştır. Toplam eta CS3'de 13.328.624 m<sup>3</sup>, CS4'de 10.729.311 m<sup>3</sup> olarak elde edilmiştir. CS4'deki bu azalışın nedeni, yukarıda belirtildiği gibi açıklık alanların önemli bir bölümünün VI. dönemde ağaçlandırılmasıdır. Aynı durum CS5 için de sözkonusudur.

İskonto oranının yükselmesi, tüm modellerde amaç denklemi değerinin (bugünkü net değer) azalmasına ve ilk kesim dönemi etasının yükselmesine neden olmaktadır. Bu durumda, model, ilk dönemlerde daha çok eta almak ve amaç denklemi değerini maksimum kılmak için kesim alanlarının artırmakta, ağaçlandırma alanlarını

azaltmaktadır. Örneğin; idare süresi 40 yıl olan Model A'nın AS3 ve AS4 seçenekleri incelenirse (Tablo 1, 2, 3 ve 4); ilk dönem etasının 330.000 m<sup>3</sup>'den 376.000 m<sup>3</sup>'e çıktığı, ağaçlandırma alanının 3418 hektardan 2929 hektara düştüğü ve kesim alanının ise 2210 hektardan 2527 hektara yükseldiği görülür. Bu seçeneklerin amaç denklemi değerleri ise 80.8 milyar TL'den 55.6 milyar TL'ye inmiştir. Bu durum, idare süresi arttıkça daha da açık olarak görülmektedir. Model, her ne kadar amaç denklemi değerini artırmak için ilk dönem kesim alanlarını artırıp, açıklık alanları mümkün olduğunca daha sonraki dönemlerde ağaçlandırılrsa da, eta kontrol ve tüm açıklık alanların idare süresi içinde ağaçlandırılması zorunluluğu, toplam bugünkü net değer in iskonto oranı arttıkça azalmasına neden olmaktadır.

## Sonuçlar

Yöntem bölümünde verilen kısıtlara göre,tüm iskonto oranlarında kızılçam iyi bonitet işletme sınıfı için en yüksek bugünkü net değer veren idare süresi 50 yıl olmuştur. Bu modellere göre işletme sınıfı 40 ile 50 yıl içinde düzenli duruma gelmektedir. Toplam bugünkü net değer 246 milyar TL'dan 13 milyar TL'na; toplam eta 14.244.415 m<sup>3</sup>'den 14.090.461 m<sup>3</sup>'e; ilk kesim dönemi etası ise 247.769 m<sup>3</sup>'den 466.891 m<sup>3</sup>'e kadar değişmektedir. Toplam etadaki en önemli fark, BS1 ile BS9 ve BS10 modelleri arasında 153.954 m<sup>3</sup>; ilk kesim dönemi etalarındaki en önemli fark ise, BS2 ile BS3 arasında 234.719 m<sup>3</sup> olarak ortaya çıkmıştır.

İdare süresi 50 yıl olan model çözümlerinde; iskonto oranı yükseldikçe toplam eta ve bugünkü net değer azalmakta, ilk kesim dönemi etası yükselmekte, ilk dönem ağaçlandırma alanı azalmakta ve kesim alanı artmaktadır. İskonto oranının yükselmesi ile birlikte açıklık alanlar daha ileri dönemlerde ağaçlandırmakta, mevcut alanlara (meşçerelere) ise ilk dönemlerde kesim uygulamaktadır.

Orman işletmesinin süreklilik ilkesi gözönüne alındığında, en az bir idare süresini kapsayan, ekonomik verileri esas alan planlamalara gitmek ve planlama seçenekleri oluşturmak, böylece uzun süreli planlama sonuçlarına dayanarak da, orta süreli planlar düzenlemek bir zorunluluk olmaktadır.

## Kaynaklar

1. Eraslan, İ., Orman Amenajmanı, İ.Ü.Orman Fakültesi,Yayın No: 3010/318, İstanbul, 1982.
2. Asan, Ü., Orman Kullanım Projeleri ve Model Planlar, İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, 37, 3, 86-102, 1987.

3. Field, R.C., Dress, P.E., Fortson, J.C., Complementary Linear and Goal Programming Procedures for Timber Harvest Scheduling, *Forest Science*, 26, 1, 121-133, 1980.
4. Nelson, J.S., Brodie, J.D., Sessions, J., Integrating Short-term Area-Based Logging Plans with Long-term Harvest Schedules, *Forest Science*, 37, 1, 101-122, 1991.
5. Hof, J.G., Robinson, K.S., Betters, D.R., Optimization with Expected Values of Random Yield Coefficient in Renewable Resource Linear Programs, *Forest Science*, 34, 3, 3-18, 1988.
6. Hof, J.G., Pickens, J.B., Chance-constrained and Chance-Maximizing Mathematical Programs in Renewable Resource Management, *Forest Science*, 37, 1, 308-325, 1991.
7. Hoganson, H.M., McMill, M.E., More on Forest Regulation: An LP Perspective, *Forest Science*, 39, 2, 321-347, 1993.
8. Weintraub, A., Barohona, F., Epstein, R., A Column Generation Algorithm for Solving General Forest Planning Problems with Adjacency Constraints, *Forest Science*, 40, 1, 142-161, 1994.
9. Davis, L.S., Johnson, K.N., *Forest Management*, Third Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1987.
10. Gül, A.U., Orman Amenajmanında Uzun Süreli Eta Kestiriminin Doğrusal Programlama ile Gerçekleştirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Temmuz, 1995, Trabzon, 186 s.
11. Yeşil, A., Değişik Sıklık ve Bonitetdeki Kızılçam Meşcerelerinin Yaşa Göre Gelişimi, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ekim 1992, İstanbul, 179 s.
12. Geray, U., *Ekonomi*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3870/430, II. Baskı, İstanbul, 1994.
13. Fırat, F., *Ormancılık İşletme İktisadi*, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 1541/156, İstanbul, 1971.
14. Brazee, R., Mendelsohn, R., A Dynamic Model of Timber Markets, *Forest Science*, 36, 2, 255-264, 1990.
15. Geray, U., *Pazarlama Ders Notları*, İ.Ü. Orman Fakültesi, Henüz yayınlanmamıştır, İstanbul.