

SERİ
SERIES
SERIE
SÉRIE

A

CİLT
VOLUME
BAND
TOME

42

SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

I

1992

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
D E R G İ S İ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



DEĞİŞİK YAŞLI GÖKNAR MEŞCERELERİNİN OPTİMİZASYONU VE AMENAJMANDAKİ ÖNEMİ

Doç. Dr. Ömer SARAÇOĞLU¹⁾

Kısa Özet

Bu yazıda, karadeniz yöresi değişik yaşlı göknar meşcereleri için optimum seçme orman kuruluşlarının elde edilmesinde kullanılabilir yeni bir yöntem önerilmektedir. Bu yöntem amaç çapı, meşcere sıklık katsayısı ve bonitet derecesine bağlı olarak hesaplanan optimum kuruluşlar meşcerelerdeki doğal ilişkilere dayandırılmıştır. Hektardaki periyodik meşcere hacim artımını istenen amaç çapı ve 51 bonitet derecesine göre maksimize eden bu kuruluşlar, FORTRAN 77 programlama diliyle yazılan MAXART isimli bir program aracılığıyla bilgisayardan kısa zamanda alınabilmektedir.

1. GİRİŞ

NORMAL, TEMEL VE OPTİMUM KURULUŞ KAVRAMLARI

Değişik yaşlı ormanlarda normal kuruluş, normal sıklık derecesindeki (SD = 1) tipik seçme ormanların özelliklerini taşıyan meşcerelerden yararlanarak elde edilmektedir. Bu kuruluş, farklı bonitetteki yetişme ortamlarında alınan geçici veya sürekli deneme alanlarından sağlanan verileri kullanarak, bonitet derecesi (BOD) veya endeksi (BOE) ile göğüs çapına göre saptanmaktadır (DE LIOCOURT 1898; SCHAEFFER-GAZIN-D'ALVERNY 1930; MEYER 1933, 1952; PANAGIOTIDIS 1965; AYKIN 1976; ERASLAN-YÜKSEL-GIRAY 1984; SARAÇOĞLU 1988, 1991).

Belli bir değişik yaşlı meşceredeki normal kuruluş, göğüs çapı dağılımı ile yetişme ortamının doğal olarak büyütebileceği en büyük göğüs çapı (d_{max}) tarafından kesin biçimde tanımlanır. Fakat, birçok kontrol edilemeyen değişkenler yüzünden, ağaç türüne ait irsel özelliklere bağlı yetişme ortamının değişmez bir parametresi olan bu en büyük göğüs çapı kolayca saptanamaz. Eğer, çap

1) I.Ü. Orman Fakültesi Öğretim Üyesi

dağılımı sabit kalmak koşuluyla, bu en büyük göğüs çapı yerine daha küçük bir çap kullanılırsa, meşcere sıklık derecesi bir'den daha küçük ($SD < 1$), aksi durumda ise, bir'den daha büyük ($SD > 1$) olacaktır. Bu durumda da, normal kuruluştaki göğüs çapı dağılımı tek başına normal sıklık derecesini ($SD = 1$) temsil edemez. Ancak, meşcerenin optimum kuruluşunu bulmamıza bir dayanak (temel) teşkil eder. Bu nedenle, normal kuruluştaki göğüs çapı dağılım eğrisi düzgün azalan ters J eğrisi biçimindeki bir temel çap dağılım eğrisi olmaktadır. Temel çap dağılım eğrisini değiştirmeksizin belli bir amaç çapına göre, bulunan meşcere kuruluşu da bir temel kuruluş niteliğindedir. Sonuç olarak, $SD = 1$ değeri daima temel kuruluşu ait bir parametre olmakta ve meşcerede doğal olarak d_{max} çaplı ağacın bulunmaması durumunda, gerçek meşcere sıklığını göstermemektedir. Bu nedenle, sıklık derecesi (SD) terimi yerine sıklık katsayısı (SK) teriminin kullanılması daha uygun olacaktır. d_{max} çaplı ağacın bulunması durumunda da $SK = SD = 1$ değeri normal sıklık derecesi ile normal kuruluşu temsil eder.

Bu çalışmada temel kuruluşlar optimum kuruluşların saptanmasında bir başlangıç kuruluş olarak ele alınmıştır. Periyodik meşcere hacim artımı (I_v) maksimum ($I_{v; max}$) olduğu zaman, meşcerenin sıklık katsayısı (SK) optimum sıklık katsayısı (OSK) ve kuruluşu da optimum kuruluş olarak saptanmaktadır. OSK 'nın temsil ettiği sıklık derecesinin, normal sıklık derecesine eşit olacağını ileri sürmek, OSK 'nın bir hesap sonucu kesin olarak bulunması ve normal sıklık derecesinin ise, araştırmacının varsayımına bağlı ortalama bir değer olması nedeniyle mümkün değildir. OSK matematik olarak,

$$\lim_{I_v \rightarrow I_{v; max}} SK = OSK \quad (1)$$

biçiminde ifade edilebilir. Burada, maksimum düzeydeki hacim artımının optimum kuruluştaki bir meşcereden alınacağı bilinmesine karşın, aynı düzeydeki hacim artımının normal sıklık derecesindeki bir meşcereden alınacağı iddia edilemez. Son olarak, seçme ormanlarda verimlilik ilkesini gerçekleştirmek için, belli bir amaç çapı ve bonitet derecesine göre, periyodik meşcere hacim artımını maksimize eden ve optimum sıklık katsayısına sahip meşcere kuruluşu saptanmalıdır. OSK 'nın korunması ile de, süreklilik ilkesi gerçekleştirilmiş olacaktır.

2. OPTİMUM KURULUŞUN SAPTANMASINDA ÖNERİLEN YÖNTEM

Bu çalışma ormancılık literatüründeki bir eksikliği gidermek ve önerilen yöntemi uygulamada yararlı kılmak amacıyla yapılmıştır (SARAÇOĞLU 1986, doktora tezi). Seçme ormanların temel ve optimum kuruluşlarının saptanmasında güvenilir bir şekilde kullanılabilen olan bu yöntem aşağıda tanıtılmıştır.

Normal sıklık derecesindeki göknar seçme ormanlarında göğüs çapı (d -cm) ve bonitet endeksinde (BOE -m) bağlı olarak, hektarda 4 cm'lik çap basamaklarındaki ortalama ağaç sayısını (\hat{n}) veren denklem;

$$\hat{n} = \text{EXP} [(9.346 - 0.14482d) - (0.12711 - 0.003116d) \text{BOE}] \quad (2)$$

biçiminde bulunmuştur (SARAÇOĞLU 1988, S. 82). Korelasyon katsayısı, $R = 0.88706$ değeriyle, bu ilişkinin diğer meşcere hacim elemanlarına ait ilişkilerden daha güvenli olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, bu ifade göknar seçme ormanlarının periyodik hacim artımını maksimize eden optimum kuruluşların elde edilmesinde temel olarak kullanılmıştır.

Bonitet endeksi, belirli bir yetişme ortamında sabit bir değer olduğu için, (2) ifadesi d çapına göre yeniden düzenlenebilir. Bu durumda,

$$\hat{n} = \text{EXP} [(b_0 + b_2 \text{BOE}) + (b_1 + b_3 \text{BOE}) d] \quad (3)$$

ifadesine benzer bir ifade elde edilir ki, burada birinci katsayının $(b_0 + b_2 \text{BOE})$ bir civarında değerler alan sıklık katsayısı (SK) ile ilişkili olabileceği, ikinci katsayının $(b_1 + b_3 \text{BOE})$ ise, SK ile pek ilişkili olamayacağı SARAÇOĞLU (1988, S. 115-119) tarafından teorik olarak gösterilmiştir. Bu düşünceyle, (3) ifadesini,

$$\hat{n} = \text{EXP} [(b_0 + b_2 \text{BOE}) \text{SK} + (b_1 + b_3 \text{BOE}) d] = \text{EXP} (P + Qd) \quad (4)$$

biçiminde yazmak mümkün olmuştur. Burada, SK sıklık katsayısı değişkeni temel kuruluş için bir'e eşit, temel kuruluşun sıklık derecesi arttıkça bir'den büyük ve azaldıkça ise, bir'den küçük değerler almaktadır. 0-1 arasında değerler alan bonitet derecesi (BOD) ile bonitet endeksi (BOE) arasında ise,

$$\text{BOE} = 19.70704 + 14.98295 \text{BOD} \quad (5)$$

biçiminde doğrusal bir ilişki olduğu görülmüştür (SARAÇOĞLU 1988, S. 82). Yukarıdaki (4) ifadesi, P k ile Q da d ile ilgili olduğu için, MEYER'in,

$$n = k \text{EXP} (-ad) \quad (6)$$

formülüne tam bir uygunluk göstermektedir. Belli bir sıklık katsayısı (SK) ve bonitet endeksine (BOE) ait ağaçların çapları (d) yardımıyla bir hektarlık seçme orman meşceresini bilgisayarda oluşturmak amacıyla (4) nolu ifadeyi kullanmak mümkündür. Ancak bunu başarmak için, önce istatistik anlamda (4) nolu ifadenin $y = \text{EXP} (A+Bd)$ biçimindeki yoğunluk fonksiyonunun bulunmasına gerek vardır. Δd herhangi bir d çap basamağının genişliği ise, bu yoğunluk fonksiyonunun $(d - \Delta d/2) - (d + \Delta d/2)$ apsis değerleri arasındaki, d 'ye göre integrasyonu da (4) nolu ifade olmalıdır. Buna göre,

$$\begin{aligned}\hat{n} &= \text{EXP}(P+Qd) = \int_{d-\Delta d/2}^{d+\Delta d/2} \text{EXP}(A+Bd) dd \\ &= \text{EXP}(A) \text{EXP}(Bd) [\text{EXP}(B\Delta d/2) - \text{EXP}(-B\Delta d/2)]/B\end{aligned}\quad (7)$$

özdeşliği yazılabilir. Burada, $\Delta d = 4$ cm alınrsa, A ve B katsayıları,

$$A = P + \ln \left\{ Q [\text{EXP}(2Q) - \text{EXP}(-2Q)]^{-1} \right\}, \quad B = Q \quad (8)$$

olarak bulunur. Belirli bir meşçere için, bonitet endeksi ile sıklık katsayısı bilineceğinden, A, B, P ve Q katsayıları da o meşçereye ait olmak üzere, sabit değerler olarak elde edilecektir. Böylece, belirli hale gelen yoğunluk fonksiyonundan yararlanarak, bir hektar meşçereadaki bütün çap değerlerini bilgisayarda hesaplamak mümkün olur. Bu hesapta, meşçereadaki çapların küçükten büyüğe doğru hesaplandığı düşünülerek, i ve i+1'inci çaplar d_i ve d_{i+1} ile gösterilmekte ve d_i ile d_{i+1} arasında yalnız d_{i+1} çaplı bir ağacın bulunacağı varsayılmaktadır. Buna göre, yoğunluk fonksiyonunun d_i ile d_{i+1} arasındaki integrasyonu, d_{i+1} çaplı bu tek ağacın sayısı olan bir'e eşit olacağından,

$$1.0 = \int_{d_i}^{d_{i+1}} \text{EXP}(A+Bd) dd = \text{EXP}(A) [\text{EXP}(Bd_{i+1}) - \text{EXP}(Bd_i)] / B \quad (9)$$

ifadesini yazmak mümkündür. Buradan, d_{i+1} çapı

$$d_{i+1} = \left\{ \ln [B + \text{EXP}(A+Bd_i)] - A \right\} / B \quad (10)$$

olarak bulunur. Bu son ifadeden, $i=0,1,2,\dots, (r-1)$ değerleri için ve d_0 çapına uygun bir başlangıç değerini vererek ve yine, ardışık bir şekilde önceden hesaplanan bir çapı bir sonraki ifadede yerine koyarak, sonuçta d_r çapı elde edilebilir. Böylece, meşçereadaki bu r'ninci çap,

$$(r = 1, 2, 3, \dots, N) \text{ için } d_r = \left\{ \ln [rB + \text{EXP}(A+Bd_0)] - A \right\} / B \quad (11)$$

olarak bulunmuş olur.

Önceki büyüme periyotları süresince meşçereye katılan ağaçların sayısını kestirmek için, d_0 çapı negatif bir değer olarak alınmalıdır. Nitekim, SARAÇOĞLU'nun (1988) çalışmasında bu değer (-2) olarak alınmıştır. Burada, d_0 çapının meşçereadaki 1,30 m yüksekliğine varamayan gençliğin gerçek ortalama sayısı yardımı ile saptanması da mümkündür.

(11) nolu ifadeden çaplar türetilirken bazı negatif değerli çaplar da bulunur. N_1 sayıdaki bu negatif değerli çapların göğüs yüksekliğine (1,30 m) varamayan gençliği temsil ettiği kabul edilmektedir. Negatif değerli çaplar, çap-çap artımı fonksiyonunda (SARAÇOĞLU 1988, S. 59) kullanıldığında, fonksiyondan her çapa karşılık gelen pozitif birer periyodik çap artımı elde edilmektedir. Bu çap artımları, kendilerini veren negatif değerli çaplara eklendiğinde, çaplar bir periyot (10 yıl) kadar büyütülmüş olmaktadır. Negatif çapların periyot sonu değerlerinden N_5 kadarı pozitif olmakta ve bunların periyot sonu itibarıyla meşcereye katılan ağaçları temsil ettiği kabul edilmektedir.

r 'nin son değeri olan N için bulunan d_N çapı, orman işletmesi tarafından belirlenen amaç çapından ($d_{\text{amaç}}$) veya son çap basamağındaki amaç ağaç sayısına ($n_{\text{amaç}}$) karşı gelen çaptan daha küçük veya eşit olmalıdır. Böylece, N meşceredeki toplam ağaç sayısını ifade edecektir. Son büyüme periyodunun başında, meşcerede göğüs yüksekliğini aşan ağaç sayısı $N_2 = N - N_1$ olacaktır. Meşcerenin ilk göğüs yüzeyi, bu N_2 sayıdaki ağacın çapları yardımıyla,

$$G = \frac{\pi}{4} \sum_{r=N_1+1}^N d_r \quad (12)$$

biçiminde kolayca hesap edilir. G , periyodik kabuklu çap-çap artımı (I_d) fonksiyonunda kullanılan önemli bir değişken olup, sıklık katsayısına, dolayısıyla (4) nolu ifade ile çap artımlarına etki eder. Diğer taraftan, amaç çapı ile son çap basamağındaki amaç ağaç sayısına karşı gelen çap da ($d_{n_{\text{amaç}}}$) toplam göğüs yüzeyine (G) etki eder. Burada $d_{n_{\text{amaç}}}$, (4) nolu ifadeden çıkarılan

$$d_{n_{\text{amaç}}} = (\ln n_{\text{amaç}} - P) / Q \quad (13)$$

formüyle hesaplanabilmektedir.

$n_{\text{amaç}}$ ve $d_{\text{amaç}}$ değerleri, yetişme ortamının özelliklerine, sıklık katsayısına, kesim-nakliyat-üretim tekniklerine, pazar talepleri ile diğer işletme amaçlarına göre ve meşceredeki hacim artımını maksimum yapacak biçimde saptanmalıdır. Karadeniz yöresi göknar seçme ormanlarında çap artımı fonksiyonu,

$$I_d = \frac{\text{EXP} [(5.43E-1+7.61E-2d-1.17E-3dd^2) + (-2.24E-2-5.77E-5d+6.54E-6d^2) G]}{(9.26E-1-1.2E-4d) + (9.99E-4+3.8E-5d)\text{BOE}} \quad (14)$$

olarak elde edilmiştir (SARAÇOĞLU 1988, S. 59 ve 66).

(10) nolu ifadeyi kullanarak, periyot başında mevcut olan çaplara karşı gelen çap artımlarını hesaplamak ve bunları ait oldukları çaplara ayrı ayrı ekleyerek, periyot sonu bütün çapları elde etmek mümkündür. Periyot sonundaki negatif çapların sayısı (N_3), periyot içerisinde göğüs yüksekliğini geçemeyen gençliğin sayısını gösterecektir. Diğer taraftan, periyot sonu için, göğüs yüksekliğinin üzerindeki ağaç sayısı $N_4=N-N_3$ olmaktadır. Periyot içerisinde meşçereye katılan genç ağaçların sayısı da $N_5=N_4-N_2=N_1-N_3$ olarak hesaplanabilir.

Buradan, belli bir bonitet derecesi (BOD) için, aşağıda verilen genel meşçere boy eğrisi denkleminde çapları kullanarak, karşılığı ağaç boyları (H) kestirilebilir.

$$H = \frac{d^2}{8.1346+0.41833d+0.0249 d^2} + (BOD - 0.5) \hat{R} + 1.3 \quad (15)$$

Bu ifadedeki \hat{R} , çapa göre ortalama boy varyasyon genişliğinin regresyon denklemi olup,

$$\hat{R} = 4.5338d (1.1639E - 1 - 1.941E - 3d + 2.917E-5 d^2 - 1.4484E-7d^3) \quad (16)$$

olarak saptanmıştır (SARAÇOĞLU 1988, S. 25). Çap ve (15) nolu ifadeden hesaplanan boy değerlerine karşı gelen hacimler ise, $d \leq 10$ cm için,

$$v = 1.15 [(1.16E-3+4.3E-4d-7.2E-5 d^2) - (8.2E-4+1.53E-4d+3.46E-5 d^2) H] \quad (17)$$

ifadesinden (SARAÇOĞLU 1988, S. 22) ve $d > 10$ cm için de,

$$v = \text{EXP} [2.3 (-3.32+3.29 \log d-0.56 \log^2 d-1.94 \log H+1.35 \log^2 H)] \quad (18)$$

ifadesinden (SUN-EREN-ORPAK 1978) bulunmuştur. Her ağacın hacim artımı da, periyot sonu hacminden periyot başı hacmini çıkararak tahmin edilmiştir. Buradan da, önce SK=1 için ağaçların bireysel periyodik hacim artımları toplanarak, meşçere hacim artımı (I_v) elde edilmekte ve daha sonra SK, 0.01 kadar arttırılarak yeni bir meşçere hacim artımı hesaplanmaktadır. Sonradan hesaplanan meşçere hacim artımı, ilk bulunandan büyük olursa, SK'ya (+0.01)'lik veya küçük olursa (-0.01)'lik artımlar vererek, maksimum ($I_{v,max}$) oluncaya kadar ardışık bir şekilde meşçere hacim artımları hesaplanmaktadır. Meşçere hacim artımı, çap-çap artımı ilişkisinin bir sonucu olarak, sıklık katsayısına bağlı bir şekilde, maksimum yapan parabol eğrileri biçiminde bir değişim göstermektedir (bak. SARAÇOĞLU 1988, S. 121, şekil 81). Meşçere hacim artımı maksimum noktaya yaklaşırken meşçere göğüs yüzeyinin 20-130 m²/ha'lık sınır değerleri taşmasına izin verilmemiştir. Bu sınır değerleri deneme alanlarının en küçük ve en büyük gerçek göğüs yüzeyi değerlerinden bi-

raz daha küçük veya daha büyük olacak şekilde saptanmıştır. Meşcere göğüs yüzeyi sınır değerleri arasında iken, meşcere hacim artımı maksimum oluyorsa, bu maksimum noktadaki meşcere sıklık katsayısı optimum meşcere sıklık katsayısı (OSK) olarak ve 4 cm'lik çap basamakları itibarıyla meşcere kuruluşu da optimum meşcere kuruluşu olarak saptanmaktadır (Tablo 1 ve 2). Meşcere göğüs yüzeyi sınır değerlerin ötesine giderken meşcere hacim artımı maksimum oluyorsa, göğüs yüzeyinin sınır değerlerine karşı gelen meşcere hacim artımına sahip meşcerenin sıklık katsayısı ile kuruluşu saptanmakta ve iterasyona son verilmektedir. Burada, meşcere hacim artımının maksimum değerine iterasyonla yapılan yaklaşım, FORTRAN 77 programlama dilinde yazılan MAXART isimli program aracılığıyla bilgisiyarda kısa zamanda başarılılabilmektedir (bak. SARAÇOĞLU 1988, S. 307). Programda en düşük bonitet endeksi (19.71 m), en düşük bonitet derecesine (BOD=0.0) ve en yüksek bonitet endeksi (34.69 m) ise, en yüksek bonitet derecesine (BOD=1.0) karşı gelmektedir. MAXART, 0.02'lik artımlarla 0.0-1.0 arasındaki 51 bonitet derecesi için, amaç çapı veya son çap basamağındaki amaç ağaç sayısına göre, optimum meşcere kuruluşlarını vermektedir.

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Burada önerilen yöntem seçme ormanlarının temel ve optimum kuruluşlarının elde edilmesinde, MAXART isimli programla başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Amaç çapının 40-50-60 ve 70 cm ile son çap basamağının amaç ağaç sayısının 6 olması halleri için, sözü edilen meşcere kuruluşları elde edilmiş ve sonuçların çok anlamlı olduğu görülmüştür (Tablo 3, 4, 5, 6 ve 7). $n_{\text{amaç}} = 6$ için, OSK değerleri yalnız birinci bonitet sınıfındaki değerler hariç, aşağı yukarı normal sıklık katsayısına (SK=1) eşittir. Birinci bonitet sınıfındaki OSK=1,13 değeri maksimum hacim artımına varılmadığından, göğüs yüzeyinin 140 m²/ha'lık değerine karşı gelen değer olarak saptanmıştır.

Amaç çapı düştükçe, periyodik göğüs yüzeyi artımı ile hacim artımı her bonitet sınıfında artmaktadır. $n_{\text{amaç}} = 10$ için, sonuçlar daha anlamlıdır. Tablolardaki kesilecek ağaç sayıları, periyot başı çap dağılım eğrisinin periyot sonuna kadar değişmediği varsayılarak hesaplanmış ve çap-çap artımı ilişkisinin bunun üzerindeki etkisi göz önüne alınmamış olduğundan, meşcere kuruluşunu tam olarak hep aynı durumda tutamaz. Seçme orman kuruluşunun zaman içerisinde bozulmaması için, çap basamaklarından kesilecek ağaç sayıları optimum kuruluştaki meşcere bozulmayacak şekilde saptanmalıdır. Bu durum başka bir çalışmada ele alındığı için, burada ayrıntıya girilmemiştir. Odun verimi kalite ve kantite açısından maksimum düzeye götürülmek isteniyorsa, burada önerilen yöntem kullanılabilir.

Tablo 1: BOD=0.90 ve SK=1.00 için hektarda, göknar seçme ormanı temel kuruluşu
Table 1: Basic structure of fir selection per hectare for BOD=0.90 and SK=1.00

Çap Basamağı diameter class	Bugünkü Meşcereden Ağaçların of trees in stand today			On Yıl Sonraki Meşcerede Ağaçların of trees in stand ten years later			Periyodik Yıllık Ortalama periodic annual mean				Periyot Sonunda Çıkarılacak Ağaç Sayısı the number of trees to be deducted at the end of period
	Sayısı the number	Göğüs Yüzeği the basal area m ²	Hacim the volume m ³	Sayısı the number	Göğüs Yüzeği the basal area m ²	Hacim the volume m ³	Göğüs Yüzeği Artımı basal area increment m ²		Hacim Artımı volume increment m ³		
							Tek Ağaçta for a tree	Basamakta in a class	Tek Ağaçta for a tree	Basamakta in a class	
cm											
4	155	0.0618	0.193	150	0.0599	0.187	0.00005	0.0083	0.00015	0.0236	7.1105
8	132	0.3798	1.421	128	0.3693	1.383	0.00018	0.0237	0.00109	0.1435	7.7695
12	111	0.8732	5.526	108	0.8512	5.394	0.00037	0.0406	0.00406	0.4511	8.1375
16	95	1.4612	13.024	93	1.4297	12.739	0.00062	0.0587	0.00882	0.8378	8.4465
20	80	2.0352	22.943	80	2.0311	22.875	0.00093	0.0747	0.01660	1.3281	8.5266
24	67	2.5398	34.323	69	2.6137	35.312	0.00130	0.0869	0.02660	1.7825	8.4072
28	58	3.0695	47.687	61	3.2305	50.200	0.00169	0.0980	0.03804	2.2026	8.2929
32	48	3.3806	58.399	53	3.7451	64.770	0.00208	0.0998	0.04971	2.3860	7.8473
36	42	3.8013	71.247	46	4.1738	78.286	0.00243	0.1021	0.06044	2.5384	7.2303
40	35	3.9664	79.203	41	4.6468	92.790	0.00272	0.0951	0.06920	2.4222	6.6662
44	0	0.0000	0.000	35	4.8389	101.416	0.00000	0.0000	0.00000	0.0000	5.7252
48	0	0.0000	0.000	3	0.4586	9.823	0.00000	0.0000	0.00000	0.0000	0.4867
TOPLAM :	823	21.57	333.961	867	28.45	475.166		0.69		14.12000	84.65

Bugünkü meşcerede bulunan gençlik ve diğer ağaçların sayısı	= 910
The total number of juveniles plus other today	
Bugünkü meşcerede boyu 1.30 m'den kısa olan gençlik sayısı	= 87
The number of juveniles shorter than 1.30 m today	
Periyot sonunda meşcereye katılmayan ağaç sayısı	= 43
The number of juveniles that can not grow in stand at period end	
Periyot sonunda meşcereye katılan ağaçların sayısı	= 44
The number of juveniles that grew in stand during the period	
Göğüs yüzeyi - The basal area (m ²) = 0.001371 Hacmi - The volume (m ³)	= 0.015729
Çıkacak gençlik sayısı - The number of juveniles to be deducted	= 1.90
Meşcerenin bonitet endeksi - The site quality index of stand	= 33.19 m
Meşcerenin amaç çapı - The goal diameter of stand	= 40 cm
Yoğunluk fonksiyonunun katsayıları - The coefficients of density function:	A = 0.37396E+01 B = 0.41395E-01
Basamak ağaç sayısı denkleminin katsayıları - The coefficients of diameter distribution function:	P = 0.51270E+01 Q = 0.41395E-01

Tablo 2: BOD=0.90 ve SK=1.00 için hektarda, göknar seçme ormanı temel kuruluşu
Table 2: Basic structure of fir selection per hectare for BOD=0.90 and SK=1.00

Çap Basamağı diameter class	Bugünkü Meşcereden Ağaçların of trees in stand today			On Yıl Sonraki Meş- cerede Ağaçların of trees in stand ten years later			Periyodik Yıllık Ortalama periodic annual mean				Periyot Sonunda Çıkarılacak Ağaç Sayısı the number of trees to be deducted at the end of period
	Sayı- sı the num- ber	Gö- güs Yü- zeyi the basal area m ²	Ha- cim the volu- me m ³	Sayı- sı the num- ber	Gö- güs Yü- zeyi the basal area m ²	Ha- cim the volu- me m ³	Göğüs Yüzeyi Artımı basal area incre- ment m ²		Hacim Artımı volume incre- ment m ³		
							Tek Ağaçta for a tree	Basa- makta in a class	Tek Ağaçta for a tree	Basa- makta in a class	
4	371	0.1487	0.464	364	0.1459	0.455	0.00002	0.0090	0.00007	0.0243	9.2965
8	314	0.9030	3.377	309	0.8889	3.325	0.00009	0.0271	0.00049	0.1531	10.1716
12	267	2.1008	13.304	262	2.0600	13.036	0.00018	0.0479	0.00190	0.5083	10.8288
16	225	3.4578	30.804	224	3.4440	30.691	0.00031	0.0694	0.00422	0.9492	11.3363
20	192	4.8742	54.895	190	4.8263	54.367	0.00048	0.0913	0.00819	1.5721	11.4870
24	162	6.1466	83.104	163	6.1811	83.550	0.00068	0.1103	0.01366	2.2124	11.4925
28	137	7.2568	112.773	140	7.4160	115.250	0.00092	0.1256	0.02034	2.7861	11.2520
32	116	8.1747	141.247	120	8.4603	146.204	0.00117	0.1362	0.02780	3.2245	10.7476
36	99	8.9627	167.997	104	9.4154	176.484	0.00144	0.1425	0.03554	3.5184	10.1520
40	83	9.3846	187.280	90	10.1818	203.222	0.00169	0.1405	0.04296	3.5657	9.3664
44	0	0.0000	0.0000	55	7.3882	153.815	0.00000	0.0000	0.00000	0.0000	5.9406

TOPLAM : 1966 51.41 795.204 2021 60.40 980.350 0.90 18.515 112.07

Bugünkü meşcerede bulunan gençlik ve diğer ağaçların sayısı = 2175

The total number of juveniles plus other today

Bugünkü meşcerede boyu 1.30 m'den kısa olan gençlik sayısı = 209

The number of juveniles shorter than 1.30 m today

Periyot sonunda meşcereye katılmayan ağaç sayısı = 154

The number of juveniles that can not grow in stand at period end

Periyot sonunda meşcereye katılan ağaçların sayısı = 55

The number of juveniles that grew in stand during the period

Göğüs yüzeyi - The basal area (m²) = 0.001371 Hacmi - The volume (m³) = 0.013240

Çıkacak gençlik sayısı - The number of juveniles to be deducted = 1.25

Meşcerenin bonitet endeksi - The site quality index of stand = 33.19 m

Meşcerenin amaç çapı - The goal diameter of stand = 40 cm

Yoğunluk fonksiyonunun katsayıları - The coefficients of density function: A = 0.46112E+01 B = 0.41395E-01

Basamak ağaç sayısı denkleminin katsayıları - The coefficients of diameter distribution function: P = 0.55986E+01 Q = 0.41395E-01

Tablo 3: Göknaar seçme ormanının temel ve optimum kuruluşları (d-amaç = 40 cm)
Table 3: Basic and Optimum Structures of Fir selection Forest (d-goal = 40 cm)

Bonitet sınıfı site quality class	Sıklık katsayısı density coefficient SK OSK	PERİYOT BAŞI at period begining			PERİYOT SONU at period end				Periyodik göğüs yüzeyi artımı periodic basal area increment m ² /ha	Periyodik hacim artımı periodic volume increment m ³ /ha
		Ağaç sayısı the number of trees N ₂	Göğüs yüzeyi the basal area m ² /ha	Hacim the volume m ³ /ha	Ağaç sayısı the number of trees N ₄	Göğüs yüzeyi the basal area m ² /ha	Hacim the volume m ³ /ha	Alınacak ağaç sayısı the number of trees to be cut		
I	1.00	823	21.57	333.961	861	28.45	475.166	84.65	6.88	141.205
	1.17	1966	51.41	795.204	2021	60.40	980.350	112.07	8.99	185.146
II	1.00	1054	24.53	326.017	1115	32.08	455.375	120.10	7.55	129.358
	1.13	2156	50.16	666.513	2228	59.33	824.064	147.56	9.17	157.551
III	1.00	1363	28.11	320.644	1466	36.36	438.304	164.36	8.25	117.660
	1.10	2457	50.70	578.427	2549	60.05	712.332	188.43	9.35	133.905
IV	1.00	1779	32.48	318.256	1890	41.40	424.288	218.33	8.92	106.032
	1.07	2758	50.27	492.309	2876	59.83	606.195	236.28	9.56	113.886
V	1.00	2340	37.79	318.936	2487	47.30	413.396	281.97	9.51	94.460
	1.04	3053	49.26	415.619	3202	59.02	512.710	291.21	9.76	97.091

Tablo 4: Gök nar seçme ormanının temel ve optimum kuruluşları (d-amaç = 50 cm)
Table 4: Basic and Optimum Structures of Fir selection Forest (d-goal = 50 cm)

Bonitet sınıfı site quality class	Sıklık katsayısı density coefficient SK OSK	PERİYOT BAŞI at period beginning			PERİYOT SONU at period end				Periyodik göğüs yüzeyi artımı periodic basal area increment m ² /ha	Periyodik hacim artımı periodic volume increment m ³ /ha
		Ağaç sayısı the number of trees N ₂	Göğüs yüzeyi the basal area m ² /ha	Hacim the volume m ³ /ha	Ağaç sayısı the number of trees N ₄	Göğüs yüzeyi the basal area m ² /ha	Hacim the volume m ³ /ha	Alınacak ağaç sayısı the number of trees to be cut		
I	1.00	888	31.78	553.973	923	39.04	712.379	78.08	7.26	158.406
	1.12	1643	58.93	1028.09	1680	67.20	1210.69	87.04	8.27	182.597
II	1.00	1117	34.39	504.676	1166	42.14	643.245	108.92	7.75	138.569
	1.09	1834	56.49	829.124	1884	64.97	982.058	117.49	8.48	152.934
III	1.00	1424	37.63	464.779	1492	45.89	585.646	147.08	8.26	120.867
	1.07	2151	56.80	701.414	2218	65.50	829.547	153.33	8.70	128.133
IV	1.00	1834	41.68	433.846	1929	50.42	538.788	193.27	8.74	104.942
	1.04	2362	53.47	556.469	2452	62.42	664.208	196.97	8.95	107.739
V	1.00	2397	46.66	410.910	2518	55.83	501.447	247.68	9.17	90.537
	1.02	2738	53.22	468.581	2857	62.42	559.576	248.18	9.20	90.995

Table 5: Gök nar seçme ormanının temel ve optimum kuruluşları (d-amaç = 60 cm)
Table 5: Basic and Optimum Structures of Fir selection Forest (d-goal = 60 cm)

Bonitet sınıfı site quality class	Sıklık katsayısı density coefficient SK OSK	PERİYOT BAŞI at period beginning			PERİYOT SONU at period end				Periyodik göğüs yüzeyi artımı periodic basal area increment m ² /ha	Periyodik hacim artımı periodic volume increment m ³ /ha
		Ağaç sayısı the number of trees N ₂	Göğüs yüzeyi the basal area m ² /ha	Hacim the volume m ³ /ha	Ağaç sayısı the number of trees N ₄	Göğüs yüzeyi the basal area m ² /ha	Hacim the volume m ³ /ha	Alınacak ağaç sayısı the number of trees to be cut .		
I	1.00	932	42.10	792.525	960	49.17	951.978	69.02	7.07	159.453
	1.10	1556	70.39	1324.34	1582	77.92	1498.90	70.16	7.57	174.556
II	1.00	1156	43.54	677.836	1196	51.01	813.756	96.52	7.47	135.920
	1.07	1699	63.82	992.746	1737	71.66	1137.09	98.06	7.84	144.351
III	1.00	1458	45.59	586.926	1515	53.50	703.201	131.21	7.91	116.275
	1.05	1957	60.99	784.698	2011	69.12	904.846	131.91	8.13	120.148
IV	1.00	1867	48.43	517.200	1946	56.79	616.892	174.27	8.36	99.692
	1.03	2254	58.50	624.840	2330	66.93	725.503	173.38	8.43	100.663
V	1.00	2423	52.74	470.633	2592	61.48	555.642	224.34	8.74	85.009
	1.01	2590	56.27	502.151	2694	65.02	587.199	233.66	8.75	85.048

Tablo 6: Gök nar seç me ormanının temel ve optimum kuruluşları (d-amaç = 70 cm)

Table 6: Basic and Optimum Structures of Fir selection Forest (d-goal = 70 cm)

Bonitet sınıfı site quality class	Sıklık katsayısı density coefficient SK OSK	PERİYOT BAŞI at period beginning			PERİYOT SONU at period end				Periyodik göğüs yüzeyi artımı periodic basal area increment m ² /ha	Periyodik hacim artımı periodic volume increment m ³ /ha
		Ağaç sayısı the number of trees N ₂	Göğüs yüzeyi the basal area m ² /ha	Hacim the volume m ³ /ha	Ağaç sayısı the number of trees N ₄	Göğüs yüzeyi the basal area m ² /ha	Hacim the volume m ³ /ha	Alınacak ağaç sayısı the number of trees to be cut		
I	1.00	961	51.66	1022.37	984	58.31	1175.62	60.54	6.65	153.257
	1.11	1688	90.65	1793.39	1706	97.65	1960.42	56.41	7.00	167.027
II	1.00	1179	51.13	823.229	1213	58.18	952.460	86.23	7.05	129.231
	1.07	1733	74.97	1206.42	1763	82.27	1341.96	83.64	7.30	135.543
III	1.00	1476	51.48	675.719	1526	59.00	785.945	119.54	7.52	110.226
	1.04	1868	65.19	855.781	1915	72.84	968.231	117.75	7.65	112.450
IV	1.00	1882	53.30	574.292	1953	61.28	668.573	160.71	7.98	94.281
	1.02	2133	60.36	650.327	2202	68.38	745.093	159.38	8.02	94.776
V	1.00	2434	56.31	502.744	2532	64.74	583.685	210.85	8.43	80.941
	1.00	2434	56.31	502.744	2532	64.74	583.685	210.85	8.43	80.941

Tablo 7: Gökmar seçme ormanının temel ve optimum kuruluşları (n-amaç = 6 ağaç)
Table 7: Basic and Optimum Structures of Fir selection Forest (n-goal = 6 trees)

Bonitet sınıfı site quality class	Sıklık katsayısı density coefficient SK OSK	PERİYOT BAŞI at period beginning			PERİYOT SONU at period end				Periyodik göğüs yüzeyi artımı periodic basal area incre- ment m ² /ha	Periyodik hacim artımı periodic volume incre- ment m ³ /ha	Amaç çapı the recipro- cal goal diameter cm
		Ağaç sayısı the number of trees N ₂	Göğüs yüzeyi the basal area m ² /ha	Hacim the volume m ³ /ha	Ağaç sayısı the number of trees N ₄	Göğüs yüzeyi the basal area m ² /ha	Hacim the volume m ³ /ha	Alınacak ağaç sayısı the number of trees to be cut			
I	1.00	981	60.52	1240.63	1000	66.72	1385.51	53.27	6.20	144.883	80.57
	1.13	1944	138.37	2921.58	1950	146.62	3122.99	41.95	8.25	201.419	96.67
II	1.00	1184	53.15	861.880	1217	60.08	988.919	83.58	6.93	127.039	73.25
	1.03	1402	64.91	1058.65	1432	71.87	1187.31	80.71	6.96	128.651	76.51
III	1.00	1474	50.73	664.562	1525	58.30	775.651	121.01	7.57	111.089	68.21
	1.01	1565	54.17	710.315	1615	61.78	822.000	120.58	7.61	111.685	69.19
IV	1.00	1875	50.84	545.916	1950	59.02	643.071	167.53	8.18	97.155	64.52
	1.00	1875	50.84	545.916	1950	59.02	643.071	167.53	8.18	97.155	64.52
V	1.00	2425	53.32	476.054	2530	62.01	560.438	222.15	8.69	84.384	61.70
	0.99	2268	49.56	442.419	2374	58.26	526.914	223.5	8.70	84.495	60.86

OPTIMIZATION OF UNEVEN - AGED FIR STANDS AND ITS IMPORTANCE IN MANAGEMENT

Doç. Dr. Ömer SARAÇOĞLU

Abstract

Here, a method is offered to obtain optimum structures for fir selection forests. The natural relationships that currently run in unevenaged fir stands of southern Black Sea Region were based on in the calculations of the optimum structures which depend on the variables, goal diameter of breast height, stand density coefficient and site quality degree. The optimum structure maximizes the periodic stand volume increment per hectare. The calculation methods used were applied in a computer program, MAXART written in FORTRAN 77.

KEYWORDS: Normal, basic and optimum structures; Density coefficient; Site quality degree; Periodic stand volume increment; Maximization; Iteration

1. INTRODUCTION

CONCEPTIONS OF NORMAL, BASIC AND OPTIMUM STRUCTURES

The normal structures of uneven-aged forests are represented by the diameter distributions which the typical, natural selection forests of normal density degree ($SD=1$) (DE LIOCOURT 1898; SCHAEFFER-GAZIN-D'ALVERNY 1930; MEYER 1952; PANAGIOTIDIS 1965; AYKIN 1976; ERASLAN-YÜKSEL GİRAY 1984; SARAÇOĞLU 1988, 1992) demonstrates with the dependence on site quality. We call these distributions appearing in the shape of reverse-j curve as basic diameter distributions.

In an uneven-aged stand with normal structure, the biggest diameter (d_{max}) allowed naturally to grow is a stationary parameter of the stand. Provided that the basic diameter distribution curve of such a stand stays fixed, if the biggest diameter of it doesn't equal to the biggest diameter

which the nature is able to grow up, the stand isn't of normal density degree and we also call then stand structure in this attitude as basic structure.

The biggest diameter of the basic structure might be taken as goal diameter (damaç).

The basic diameter distributions curve has a parameter that is related with the density degree but not with the biggest diameter of the basic structure, which was named as density coefficient (SK). The density coefficient of the basic diameter distribution curve is equal to one (SK=1.0). If the parameter of SK differs from one, diameter distribution curve doesn't represent the basic diameter distribution.

Basic structures are handled as an initial structures in obtaining optimum structures. In a stand with basic structure increasing the density coefficient in the positive or negative direction, the periodic volume increment of the stand (Iv) can be raised up to the maximum value (Iv;max) (SARAÇOĞLU 1988, 1992). The structure of the stand with the maximum periodic volume increment has been called "optimum structure" and its density coefficient also "optimum density coefficient" (OSK). OSK could be mathematically described using the expression (1). The maximum periodic stand volume increment is to realize the productivity principle, the first principle of forestry. The second principle the continuity will also have been realized with the protection of OSK. So, optimum structures are very important from the point of view of forest management.

2. THE PROPOSED METHOD TO FIX OPTIMUM STRUCTURE

This proposed method of optimization was first put forth in the doctorate thesis of SARAÇOĞLU (1988, S. 114-138). In the thesis cited, the mathematical expression of basic diameter distribution curves was determined as the expression of number (2) dependent on diameter (d-cm, at breast height) and site quality index (BOE-m).

The symbol n in the formula shows the average number of trees in diameter classes of 4 cm per hectare. The correlation coefficient of this expression, $R=0.88706$ is bigger and more confidential than those of other relationships concerning with an uneven-aged fir stand. This is the why the expression (2) has been based on in the determination of optimum structures. Later introducing the density coefficient variable (SK) into this expression so as to be convenient with the results of MEYER (1933, 1952), the expression (4) has been produced. Assuming SK=1.0, it is possible to extract the equation (3) or (2) from the expression (4). In MEYER's formula (6), the coefficient k , which was informed to be related with stand density, compromises with the coefficient $P=(b_0+b_2*BOE)$ SK of the expression (4).

The expression (4) allows us to obtain all the diameters in a fir selection forest stand of one hectare for given values of SK and BOE. To satisfy this, it is necessary to determine the statistical density function of the expression (4), whose form is like $y=EXP(A+Bd)$. The expression (4) can be stated by the integration of this statistical density function inside a diameter class such as in the expression (7). Assuming that the diameter class width $\Delta d=4$ cm, the coefficients A and B of the statistical density function can be calculated by means of the equations (8) deduced from the expression (7).

The diameters of trees in a fir selection forest stand of one hectare can be computed with the help of the expression (9) obtained by integrating the expression (7) inside the two consecutive diameters, provided $d_i < d_{i+1}$. For that there is only one tree with the diameter d_{i+1} between d_i and d_{i+1} , the expression (9) has been equalized to one. The expression (10) has been issued from the expression (9). Using the value of $i=0, 1, 2, \dots, (r-1)$ in the expression (10), all the diameters in stand of one hectare can be computed dependently on just adjacent diameters less than themselves. If each diameter is used to find the next bigger diameter, the r 'th diameter of stand can be derived from the expression (11) depending on the least diameter d_0 . Assuming $r=1, 2, 3, \dots, N$, all the diameters in stand can possibly be computed. In order to get number of trees joining into stand, the value - 2 has been given to the least diameter d_0 as an initial value.

The negative diameters (N_1 as number) issued from the expression (11) represent the nonexisting diameters of saplings whose heights can not exceed 1.30 m. When the periodic (of ten years) diameter increments, which are computed by the equation (14) of diameter-diameter increment relationship, are added to all the diameters pertaining to themselves, the diameters of period end in stand are obtained (SARAÇOĞLU 1988, S. 59). The variable G in the function (14) is the stand basal area computed with the help of the formula (12) using the diameters of period beginning. N is the total number of trees in stand. The negative diameters (N_3 as number) of period end represent the nonexisting diameters of trees whose heights can not exceed 1.30 m within period. On the other hand, the numbers $N_2=N-N_1$ and $N_4=N-N_3$ denote the numbers of trees in stand whose heights exceed 1.30 m at the beginning and end of period respectively. Yet, the number $N_5=N_4-N_2=N_1-N_3$ is the number of saplings that can join into stand within period, i. e, whose heights can exceed the height 1.30 m during this time.

The heights of trees in stand can be computed using their diameters and the site quality degree (BOD) of stand in the expression (15). The relationship between the variables BOD and BOE was expressed by the equation (5). The variable R in the expression (15) were determined by the expression (16) and, shows the average range depending on diameter.

Yet, the volumes of trees whose diameters and heights are known are computed by the volume equations numbered with (17) for $d < 10$ cm (SARAÇOĞLU 1988, S. 22) and with (18) for $d > 10$ cm (SUN-EREN-OPRAK 1978). Also, the increment of each tree are found by subtracting the period-beginning volume from the period-end volume. The sum of volume increments of trees which has been obtained for $SK=1.0$, becomes the first computed volume increment of stand whose structure are also determined (See Table-1). Later, giving increments of + 0.01 to the variable SK , the volume increment of stand is computed for the each value of SK and this procedure is iteratively carried out until the volume increment of stand reaches to its maximum value. At the maximum point, the optimum stand structure (See Table 2) and the optimum density coefficient (OSK) are just fixed (SARAÇOĞLU 1988, S. 121). Here, the iteration procedures are carried out in computer in a short time by means of the program named MAXART written with the programming language of FORTRAN 77. The program can compute the optimum stand structures of selection forests for 51 site quality degrees between 0.0 and 1.0 with the increments of 0.02. The site quality degree encountering to the smallest site quality index (BOE=19.71) is BOD=0.0 and, to the biggest (BOE=34.69) ise BOD=1.0.

3. CONCLUSIONS AND PROPOSALS

The program MAXART was run in convenience with offered method for the goal diameters 40, 50, 60, 70 cm and the goal number of trees in the last diameter class, $n_{\text{amaç}} = n_{\text{goal}} = 6$. Summarizing the output tables produced, tables relevant with the basic and optimum structures of fir selection forests have been given as total for the goal diameters and number of trees in the last diameter class (See Table-3, 4, 5, 6 and 7; SARAÇOĞLU 1988, appendices). The reciprocal goal diameter ($d_{n_{\text{amaç}}}$) of n-goal can be computed by using the formula (13) and these values were shown on the relevant output tables of computer.

According to the outcomes on the tables, as far as the goal diameter decreases, the periodic stand basal area and volume increments increase in every site quality class. For $n_{\text{goal}} = 10$, the outcomes seem to be more meaningful. It has been understood that the number of trees to be cut out in stand at period end will not be able to be effective in protection of optimum structure, because of that they were computed without regarding the effect of diameter-diameter increment relationship. Because of this, it is necessary to behave expediently in protecting the optimum structure. If it is wanted to promote the yield to a maximum level. According to quality and quantity, the method proposed here can be used.

KAYNAKLAR

- AYKIN, R. 1976: *Toros Göknarı Seçme Ormanlarında Optimal Kuruluşun Saptanması*. Or. Bak. Tek. Bül., Sayı 57-58, S. 3.
- DE LIOCOURT, F. 1988: *De L'Amenagement Des Sapinieres Bull. De La Societe Forestiere De Franche-Comte Et Belfort, Besancon*.
- ERASLAN, İ. - YÜKSEL, Ş. - GİRAY, N. 1984: *Batı Karadeniz Bölgesindeki Kuru Ormanlarının Optimal Kuruluşları Hakkında Araştırmalar*. Tar. Orm. ve Köy İşl. Bak. Or. Gen. Müd. Yayın sıra no 650, seri no 58, Ankara.
- MEYER, H. A., 1933: *Eine Mathematisch - Statistische Untersuchung über Den Aufbaudes Planter Waldes*. Schweiz. Zeit. Für Forstw. 33-40, 60-88 und 124-131.
- MEYER, H.A. 1952: *Structure, Growth And Drain In Balanced Unevenaged Forests*. Jour. Of Forestry Nr 2.

PANAGIOTIDIS, N. D. 1965: *Tannenplanterwalder İn Griechenland*. Verlag. Paul Parey, Hamburg.

SARAŐOĐLU, Ö. 1988: *Karadeniz Yöresi Gökmar Meőcerelerinde Artım ve Büyüme*. OGM Yayını, Ankara.

SARAŐOĐLU, Ö. 1991: *Optimum Structure İn Fir Selection Forests*, *Revue Forestière Française*, proceedings 9, 10th World Forestry Congress, P. 379, 428, Paris.

SCHAEFFER, L. - GAZIN, A. - D'ALVERNY, A. 1930: *Sapinières La Jardinage Par Contenance Duvrape Publié Par La Société Des Amis Et Anciens Elèves De L'ecole National Des Eaux Et Forests*, Paris.

SUN, O. - EREN, E. - ORPAK, M. 1978: *Temel Ağaç Türlerimizdeki Tek Ağaç ve Birim alandaki Odun Çeőidi Oranlarının Saptanması*. TÜBİTAK TOAG-288 Araőurma Projesi.