

SERİ
SERIES
SERIE
SÉRIE

A

CİLT
VOLUME
BAND
TOME

44

SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

1

1994

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



Orman Fakültesi Dergisi Cilt 44 Seri A 1.
1996 basımı 500 adet basılmıştır.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

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

SERİ		CİLT		SAYI	
SERIES		VOLUME		NUMBER	
SERIE	A	BAND	44	HEFT	1
SÉRIE		TOME		FASCICULE	1994

İ Ç İ N D E K İ L E R

- Doç. Dr. Nurgün ERDİN:** Altı Değerlikli Kromun Odun Yüzeyinden Yıkınması 1
(*The Leachability of Hexavalent Chromium From Wood Surfaces*)
- Doç. Dr. Abdi EKİZOĞLU:** Marmaris Yöresinde Orman-Toplum İlişkilerinin Ormancılık Politikası Açısından İrdelenmesi 11
(*Forstpolitische Untersuchungen Über Die Beziehungen Der Bevölkerung Zum Wald In Der Umgebung Von Marmaris*)
- Y. Doç. Dr. Hüseyin DİRİK:** Anadolu Karaçamında (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) Fidan Tazeliğinin Dikim Başarısı Üzerindeki Etkileri 23
(*Effects D'état Hydrique Des Jeunes Plants Du Pin De Pallas-Pinus nigra Ar. ssp. pallasiana Lamb. Holmboe-Sur La Réussite Des Plantation*)
- Y. Doç. Dr. Ercan TANRITANIR:** Tam Zamanında Üretim Sistemi ve Bir Mobilya Fabrikasında Uygulaması 31
(*Just-In-Time Production System and Its Application In A Furniture Factory*)
- Y. Doç. Dr. Hüseyin E. ÇELİK:** İstanbul Hızlı Tramvay Kartaltepe İstasyonunda Şev Tahkim. Çalışmalarının Sonuçları 51
(*The Results Of Slope Stabilization Works At The Kartaltepe Station Of Istanbul Light Rapid Transit System-LRST*)

Öğr. Gör. Dr. K. Hüseyin KOÇ: Bilgisayar Destekli Üretim Orman Ürünleri Endüstrisinde Uygulanması	71
<i>(The Application Of The Computer Integrated Manufacturing To Forest Products Industry)</i>	
Y. Doç. Dr. Bahattin GÜRBOY; Ar. Gör. Öznur ÖZDEN: E. camaldulensis ve E. grandis odununun Hacim Ağırlık Değerleri ve Lif Morfolojisi	101
<i>(Fiber Morphology And Wood Density Of E. camaldulensis And E. grandis Wood)</i>	
Y. Doç. Dr. Hüseyin DIRİK: Üç Yerli Çam Türünün (Pinus brutia Ten., Pinus nigra Arn. ssp. pallasiana Lam., Pinus pinea L.) Kurak peryoddaki Transpirasyon Tutumlarının Ekofizyolojik Analizi	111
<i>(Analyse Ecophysiologique Des Comportements De Transpiration De Trois Espèces Forestiers-Pinus brutia Ten., Pinus nigra Arn. ssp. pallasiana Lam. Holmboe, Pinus pinea L. -en Period Estival)</i>	
Or. End. Y. Müh. Ali GÖKER; Doç. Dr. H. Haluk ÜNLİGİL: İstanbul Yakınında Odun İşleyen Fabrikalarda Mikrobik Aerosoller	123
<i>(Microbial Aerosols in Woodworking Industry Near Istanbul)</i>	
Dr. Gabriel SCHILLER: Diversity Among P. brutia subsp. brutia and Related Taxa-A Review	133
<i>(Pinus brutia Ten. subsp. brutia ve ilişkili Taksonlar Arasında Genetik Çeşitlilik).</i>	

ALTI DEĞERLİKLİ KROMUN ODUN YÜZEYİNDEN YIKANMASI

Doç. Dr. Nurgün ERDİN¹⁾

Kısa Özet

Altı değerlikli krom bileşikleri ile empenye edilmiş odun yüzeyleri açık hava etkilerinden oluşacak değişikliklere karşı dayanıklı olmakta, bu bileşiklerle empenye edilmiş yüzeylere boya tatbiki kolaylaşmakta ve boyanın dayanma süresi uzamaktadır. Ayrıca kromatlar, tuzların korozyon etkisini azaltmakta ve empenye maddelerinin yıkanmasını engellemektedir. Ancak, altı değerlikli krom zehirli olduğundan, odundan yıkanan miktarının bilinmesi çevre kirlenmesi ve insan sağlığı bakımından önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) öz odununa Cr VI içeren üç kimyasal bileşik tatbik edildikten sonra hazırlanan su ekstraksiyonlarında, yıkanmanın az olduğu tesbit edilmiştir. Laboratuvar boyutunda hazırlanan örneklerden yıkanan krom miktarı % 1-11 arasında değişmektedir. Bu sonuç, serviste normal boyutta kullanılan ağaç malzemede yıkanmanın % 1'den çok daha az olacağını göstermektedir. Kimyasal işlemler CrO₃ ile yapıldığında altı değerlikli krom oduna tamamen fikse edilebilmektedir. CrO₃ ile empenye edilmiş yüzeylerin 135°C'de 10 dakika ısıtılması ile de altı değerlikli kromun tam fiksasyonu sağlanabilmektedir. Krom altı içeren diğer kimyasal bileşikler ise ısı işlemi ile odun yüzeylerinde etkili bir şekilde fikse edilemezler.

1. GİRİŞ

Altı değerlikli krom içeren dikromat bileşikleri, dinitrofenol ve benzeri empenye maddelerinin koroziv özelliklerini azaltmak amacıyla 1910'lu yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra, dikromatlı bileşikler ile krom trioksidin, yani altı değerlikli kromun, empenye maddelerinin ağaç malzemede fikse olmasını artırdığı ve yıkanmaya karşı dayanıklı olduğu tesbit edilmiştir. Bu nedenle günümüzde suda çözünen tuzların içersinde değişik oranlarda Cr VI kullanılmaktadır.

Suda çözünen tuzlarda Cr VI bileşiklerinin kullanılması empenye işlemlerinden sonra baki tuzlarının fiksasyonuna da yardımcı olmakta ve ağaç malzemeye aşağıda verilen özellikleri kazandırmaktadır.

1) İ. Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi.

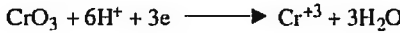
- (a) Ultraviyole ışınları ile oluşturulan degradasyona dayanıklılık sağlamakta,
- (b) Odunun kimyasal yapısı içerisinde bulunan suda çözünen ekstraktif maddelerin fikse edilmesine yardım etmekte,
- (c) Odunda suyla şişme azalmakta ve su iticilik artmakta,
- (d) Odun yüzeyi mantarlara karşı bir dereceye kadar direnç göstermekte,
- (e) Yağ ve lateks esaslı boyaların dayanmasını artırmaktadır.

Krom, doğada -2'den +6'ya kadar bütün oksidasyon durumlarında görülebilmekte, fakat +3 ve +6 oksidasyon durumlarında stabil bileşikler olarak bulunmaktadır. en stabil oksidasyon durumu +3 değerlidir. Cr VI organik maddeler ile temasta süratle Cr III'e indirgenmektedir. Yani, biyolojik bir materyalde kromun daima Cr III olarak bulunması mümkündür. Buna karşın Cr III, hidrojen peroksit gibi alkali şartlar altında Cr VI'ya oksitlenebildiğinden, atık sularda, nehirlerde ya da limanlarda her iki değerlikteki kroma rastlanabilmektedir. Yapılan birçok araştırmaya ile krom III bileşiklerinin düşük zehirlikte, krom VI bileşiklerinin ise zehirli olduğu tesbit edilmiştir. Bu nedenle krom içeren emprenye maddelerinin insan sağlığı ve çevre kirlenmesi bakımından incelenmesi önem kazanmaktadır.

Emprenye çözeltileri ağaç malzeme içerisine enjekte edildiğinde kendi özelliklerine ve diğer şartlara göre farklılıklar göstermelerine rağmen, genellikle oduna üç aşamada fikse olmaktadır.

- (a) Emprenye maddeleri kısa süre selülozik ve lignin yapılar tarafından absorbe edilmekte,
- (b) Fiksasyon düşüşü başlamakta,
- (c) Dönüşüm reaksiyonları görülmektedir.

Cr VI'nın oduna fikse olması da bu genel çerçevede gerçekleşmektedir. Reaksiyonun absorpsiyon aşamasında altı değerlikli krom glukozla reaksiyona girdiğinde pH hızla artmaktadır. Bu safhada Cr VI'nın bir kısmı selüloz ve lignine kuvvetle bağlanırken, çoğunluğu fiksasyon düşüşü aşamasında üç değerlikli kroma indirgenmektedir. Bu redoks reaksiyonu CrO₃ ve kromatlar için stokiometrik olarak aşağıda verildiği şekilde açıklanmaktadır.



Kromatların yapısındaki Cr VI da, D (+) glukoz ile birleşerek Cr III'e indirgenmektedir (Anderson, 1990),



Üçüncü aşamada, yani dönüşüm reaksiyonları periyodunda ise, fiksasyon periyodları sonunda oluşmuş reaksiyon ürünleri ilâve reaksiyonlarla dönüşüme uğramaktadır. Örneğin CCA (CrO₃+CuO+As₂O₅) çözeltisi oduna tatbik edildiğinde, birinci ve ikinci reaksiyonlarla önce bakır arsenat, kromik arsenat ve kromik kromat oluşmakta, son safhada ise bu bileşikler sırasıyla bazik bakır arsenat, kromik hidroksit ve kromik kromata dönüşmektedir (Anderson, 1990).

Krom VI'nın, odunda krom III'e indirgenmesinin hızı, Pizzi (1981) tarafından laboratuvar şartlarında elde edilen bir formülle hesaplanabilmektedir. Bu formül aynı zamanda endüstriyel uygulamalarda da sağlıklı bir yaklaşım olarak kullanılmaktadır. Krom VI'nın odunda fiksasyon zamanını tesbit etmek için kullanılan bu formül aşağıda verilmiştir.

$$t = \frac{0.462}{k_{\text{ads}}} + \frac{2.303}{k_{\text{red}}}$$

Burada; t = Fiksasyon zamanını (saniye),

k_{ads} = Holoselüloz üzerine Cr VI'nın absorpsiyon miktarını,

k_{red} = Holoselüloz üzerine absorbe edilmiş Cr VI'nın (zehirli), Cr III'e (zehirli olmayan) indirgenme miktarını ifade etmektedir.

Krom içeren tuzlarla yeni empenye edilmiş keresteyi çıplak elle taşıyan işçilerin, malzeme yüzeyinde Cr VI bulunması nedeniyle dermatitis olabilecekleri bilinmektedir. Yukarıda verilen formülde görüldüğü gibi dermatitise neden olan Cr VI, Cr III'e indirgenmeden önce holoselüloz tarafından absorbe edilmekte, ancak bu durumda, yani üç değerlikli kroma indirgenmeden önce hâlâ yıkanabilmekte ve çalışanlarda cilt problemlerine neden olmaktadır. k_{ads} ve k_{red} değerleri sıcaklıkla değiştiğinden, Pizzi (1981) fiksasyon zamanını farklı sıcaklıklar için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Örneğin; 26°C'de saf kromla empenye edilen ağaç malzemede fiksasyon zamanı aşağıdaki şekilde bulunmaktadır.

$$t = \frac{0.462}{7.1 \times 10^{-4}} + \frac{2.303}{7.1 \times 10^{-5}} = 9.5 \text{ dakika} + 38 \text{ saat}$$

Formüle göre krom içeren çözelti odun yüzeyi ile temas ettikten 9.5 dakika sonra Cr VI, yüzeydeki holoselüloz tarafından absorbe edilmekte ve 38 saatte Cr VI'nın % 98'i Cr III'e indirgenmektedir. Bu durumda Cr VI içeren tuzlarla empenye edilmiş ağaç malzeme yaklaşık iki gün sonra emniyetle ellenebilmekte ve taşınabilmektedir. Sıcaklık artırıldığında (80°C), altı değerlikli kromun fiksasyon süresi;

$$t = \frac{0.462}{1.09 \times 10^{-3}} + \frac{2.303}{5.59 \times 10^{-4}} = 423.853 + 4119.859 = 7+69=76 \text{ dakika}$$

olmaktadır.

Emprenye edilmiş ağaç malzemeden fiksasyon süresi sonunda kromun yıkanmasının çok az olduğu bilinmektedir. Dunbar (1962), su soğutma kulelerinde kullanılan Cu-Cr ve Cu-Cr-As ile empenye edilmiş ağaç malzemede fiksasyon süresi sonunda yıkanma hızının sıfır olduğunu bildirmiştir. Krom VI'nın çevre kirlenmesi üzerine etkisi üzerinde çalışmalar yapan T.R.G. COX'at al. (1979), tesislerde empenye çözeltilerinin önemli miktarlarda dökülüp saçılmasının ve yeni empenye edilmiş ağaç malzemeden damlayarak çevreye karışan krom miktarının, diğer endüstri tesislerinden (çelik yapımı, elektrolizle kaplama, deri endüstrisi v.b.) çevreye katılan krom miktardan çok daha az olduğunu tesbit etmiştir.

Bu çalışmada ise, son yıllarda insan sağlığı ve çevre kirlenmesi bakımından dikkatleri çeken Cr VI'nın odun yüzeyine fikse olmasından önce ve sonra yıkandığında ne miktar çözüldüğü araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Odun Örneklerinin Hazırlanması

Denemelerde kullanılacak örnekler Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) öz odunundan 5.2 cm (boyuna) x 1.5 cm (teğet) x 2.5 cm (radyal) boyutunda 54 adet olarak hazırlanmış ve 27°C'de % 30 nispi rutubette kondüsyonlanmıştır.

2.2. Kimyasal Maddelerin Hazırlanması

Kondüsyonlanan sarıçam öz odun örneklerinin empenye edilmesinde Cr VI içeren $K_2Cr_2O_7$, $K_2Cr_2O_7 + CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ve CrO_3 çözeltileri kullanılmıştır (Tablo-1).

Tablo 1: Krom içeren çözeltilerin özellikleri ve kompozisyonları.
Table 1: Composition and properties of chromium containing solutions.

$K_2Cr_2O_7$ (g)	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (g)	CrO_3 (g)	H_2O (g)	Cr (%)	pH
7.20	-	-	92.80	2.54	2.70
3.58	6.00	-	90.42	1.24	3.00
-	-	4.80	95.20	2.49	0.75

2.3. Emprenye İşlemi

Tablo 1'de verilen miktarlarda hazırlanan kimyasal çözeltiler, odun örneğinin her iki radyal yüzeyine 0.1 ml/6.45 cm² olacak şekilde tatbik edilmiştir. Bunun için bir pipetle alınan 0.1 ml çözeltiler odun örneği üzerine konulduktan sonra bir cam çubukla düzgünce yayılmış ve enine kesitlerde absorpsiyon hızı olduğundan çözeltilerin enine kesitle temas etmemesine dikkat edilmiştir.

İşlemden sonra 18 örnek % 90 nispi rutubette 26°C'de 1 gün, 18 örnek aynı sıcaklık ve rutubette 5 gün kondüsyonlanmış, diğer 18 örnek ise yüzeylerine çözeltiler sürüldükten sonra 10 dakika havada bekletilmiş ve 135°C sıcaklığa ayarlanmış fırında 10 dakika kurutulmuştur. Böylece sıcaklık uygulamasının ve kondüsyonlama süresinin Cr VI fiksasyonu üzerinde ne derece etkili olduğunun gözlenmesi hedeflenmiştir.

2.4. Su Ekstraksiyonlarının Hazırlanması

Emprenye edilmiş ve yukarıda verilen şartlarda 1 ile 5 gün kondüsyonlanmış ya da 135°C'deki fırında kurutulmuş örnekler 20 ml destile su içersinde 30 dakika, 24 saat, 48 saat bekletilmiş ve bu süreler içersinde örnekler zaman zaman alt üst edilmiştir. Odun örnekleri sudan çıkarıldıktan sonra elde edilen su ekstraktlarında Cr VI olup olmadığı Saltzman metoduna göre yapılan analizler ile tesbit edildi.

2.5. Altı Değerlikli Krom Analizi

Su ekstraktlarında Cr VI analizi için kullanılan ayraçlar aşağıda verilmiştir.

- (1) 0.5 N Sülfürik asit,
- (2) 1.5-Difenilkarbazid
10 gram fitalik anhidrid, 175 ml ılık % 95'lik etil alkol içerisinde çözülmüş, bu çözeltiye, 50 ml % 95'lik etil alkol içerisinde 0.625 gram difenilkarbazid çözülerek ilâve edilmiş ve elde edilen solüsyon % 95'lik etil alkolle 250 ml'ye tamamlanarak kahverengi bir şişede ve buzdolabında saklanmıştır.
- (3) 4 M Sodyum dihidrojen fosfat,
- (4) Standard potasyum dikromat
Her ml'nin 80 µg Cr VI içermesi için 0.2263 gram potasyum dikromat 1 litre destile suda çözülmüştür.

Bütün cam eşya 50 ml konsantre nitrik asit, 150 ml konsantre hidroklorik asit ve 200 ml destile suyla hazırlanan çözeltide yıkandıktan sonra deneyde kullanılmıştır.

2.6. Metod

Su ekstraktlarından alınan 1 ml örnek, 25 ml'lik kaplara konulmuş ve üzerine 10 ml 0.5 N sülfürik asit, 1 ml difenilkarbazit ayracı ilâve edilip, karıştırıldıktan ve renk değişimi için 1 dakika beklendikten sonra 2.5 ml 4 M sodyum hidrojen fosfat eklenmiş ve destile suyla 25 ml hacme tamamlanarak karıştırılmıştır. Hazırlanan bu çözelti içerisindeki Cr VI konsantrasyonu atomik absorpsiyon aletinde ölçülmüş, bütün değerler, difenilkarbazid ayracı ilâve edildikten sonra 30 dakika içerisinde okunmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Krom VI içeren üç değişik kimyasal madde ile işlem gören odun örneklerinden yıkanan krom miktarı yüzdeleri Tablo-2'de verilmiştir. Tablo'da görüldüğü gibi Cr VI'nın en düşük fiksasyonu potasyum dikromatta, en yüksek fiksasyonu ise krom trioksitte tespit edilmiştir. Fiksasyon süresi sonunda suda çözünen Cr VI yüzdesi, $K_2Cr_2O_7$ 'da % 5.9, $K_2Cr_2O_7+CuSO_4$ 'da % 1-2, CrO_3 'de ise % 0.09-0.61 arasında bulunmuştur. Ayrıca, krom trioksit ile işlem görmüş örneklerin 135°C fırında 10 dakika bekletilmesiyle, 26°C ve % 30 nispi rutubette 5 gün bekletmeye yakın olarak tam fiksasyon sağlanmıştır.

$K_2Cr_2O_7$ ile birlikte $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ kullanıldığında yıkanan Cr VI yüzdesinin az olması, uygun tuz karışımları seçildiğinde bu kimyasal maddelerin odunla ve birbirleri ile reaksiyona girmeleri sağlandığından, yıkanma hızının daha da düşeceğini göstermektedir. Emprenye edilmiş malzeme bu reaksiyonlar tamamlanmadan önce servise konursa çevre kirliliği riskinin ortaya çıkabileceği açıktır. Ancak, su ekstraktlarında yapılan ölçümler, fiksasyondan sonra (5 gün sonra) yıkanan odun örneklerinden çok küçük miktarda altı değerlikli krom yıkandığını göstermiştir. Bu durumda altı değerlikli kromun insan sağlığı üzerinde olumsuz etki yapmaması için alınacak önlemlerin, sadece emprenye tesislerinde uygulanması yeterli olacaktır. Bu amaçla, tesislerde çalışma ortamı atmosferinde Cr VI içeren toz miktarını azaltmak ve vücudun açıkta kalmış kısımları ile çözeltilerin temasını önlemek yeterli kabul edilmektedir. Toz riskini minimuma indirmek için emprenye mad-

Tablo-2: Odun örneklerinden Cr VI ekstraksiyonu.
Table-2: Extraction of Cr VI from wood species.

Kimyasal maddeler Chemical composition	Örnek kondüsyonlama Sample conditioning		Ekstraksiyon zamanı Extraction time (Saat-Hour)	Suda Çözünen Cr VI Water soluble Cr VI extracted (%)
	Zamanı* Time*	Sıcaklık Temperature (°C)		
Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$)	10 D	135	0.5	9.10
	10 D	135	24	8.93
	10 D	135	48	9.52
	1 G	26	0.5	9.21
	1 G	26	24	11.38
	1 G	26	48	11.02
	5 G	26	0.5	5.79
	5 G	26	24	9.27
	5 G	26	48	9.02
Bakır kromat ($CuSO_4 + K_2Cr_2O_7$)	10 D	135	0.5	2.66
	10 D	135	24	1.73
	10 D	135	48	1.41
	1 G	26	0.5	2.97
	1 G	26	24	2.45
	1 G	26	48	2.73
	5 G	26	0.5	1.37
	5 G	26	24	1.73
	5 G	26	48	1.29
Krom trioksit (CrO_3)	10 D	135	0.5	0.56
	10 D	135	24	0.76
	10 D	135	48	0.29
	1 G	26	0.5	0.81
	1 G	26	24	1.41
	1 G	26	48	1.14
	5 G	26	0.5	0.61
	5 G	26	24	0.26
	5 G	26	48	0.09

* D=Dakika, Minutes G=Gün, Day

deleri formülasyonlarını pasta şekline getirmek mümkündür. Eğer bu şekil pratik değilse, minimum parça boyutunun ciğerlere kolayca inhale edilemeyen büyüklükte hazırlanması da önerilebilir. Örneğin; İngiltere'de minimum parça boyutunun 53 µm olması kabul edilmektedir.

Emprenye maddelerinin odunda fikse olması, sıcaklık, konsantrasyon, pH, ağaç türü, emprenye maddesinin tuz ya da oksit formunda olması, suda çözünen tuzların oranı, emprenye maddesine ilâve edilen indirgeyici ayraçlar ve odun rutubeti faktörlerine bağlıdır. Bu araştırmada İ.T.Ü. Çevre Mühendisliği Fakültesi imkânlarından faydalandığından bütün bu şartları inceleyecek sayıda örnek üzerinde çalışılamamıştır. Altı değerlikli kromun odunda fikse olduğunu ve çok az miktarda yıkandığını daha açık biçimde gösterebilmek için araştırmanın genişletilmesi yararlı olacaktır.

4. ÖZET

Altı değerlikli krom içeren kimyasal maddelerle işlem görmüş odun yüzeylerinin, işlem görmeyen ağaç malzemeden daha dayanıklı olduğu bilinmektedir. Ayrıca işlem görmüş malzemelere uygulanan boya gibi yüzey işlemleri tatmin edici sonuçlar vermektedir. Bu çalışmada kullanılan üç kimyasal maddeden sadece CrO_3 ile emprenye edildikten sonra 5 gün kondüsyonlanan ya da $135^{\circ}C$ 'de 10 dakika bekletilen örneklerde altı değerlikli kromun fiksasyonu iyi sonuç vermiştir. Bu örnekler 48 saat suya daldırıldığında ise çok az miktarda $Cr VI$ yıkanmıştır (Tablo-2).

Emprenye edilmiş odundan yıkanan krom miktarının çok küçük olması, kimyasal bileşiklerin odunla reaksiyona girerek fikse olduğunu ve çevre kirlenmesi bakımından önemli bir tehlike yaratmadığını göstermektedir. Emprenye fabrikalarında çözeltilerin önemli miktarda dökülüp saçılması ve yeni emprenye edilmiş malzemeden damlamalar ile çevreye katılan krom miktarı, diğer endüstrilerden çevreye katılan krom miktarı ile karşılaştırıldığında özellikle çok küçük kalmaktadır. Ancak, işçi sağlığı bakımından fabrikalarda yeterli önlemler alınmalı, kuru tuz formülasyonları çözelti tankına boşaltılırken tozun yayılmasından ve deri ile emprenye çözeltisinin temasından kaçınılmalıdır.

THE LEACHABILITY OF HEXAVALENT CHROMIUM FROM WOOD SURFACES

Doç. Dr. Nurgün ERDİN

Summary

Wood surfaces treated with hexavalent chromium (Cr VI) compounds are known to be more durable than untreated surfaces, and finishes applied over them perform much more satisfactorily. Although the dichromate was originally introduced to reduce the corrosiveness of the dinitrophenol it was soon realized that it considerably improved fixation and the resistance of the treatment to leaching, and the dichromate contents have been progressively increased in attempts to further improve fixation. But, a serious disadvantage of the chromium treatments is the toxicity of it. However it is apparently only the Cr VI is the hazardous form of chromium containing compounds.

The object of this study was to examine the leachability of hexavalent chromium from wood surfaces. Scots pine heartwood blocks (*Pinus sylvestris* L.) treated with three chemicals containing Cr VI show that extent of leaching of chromium from treated wood is small and it amounted from 0 % to 11 % of the chromium introduced. It is therefore likely that, in service, much less than 1 % will be lost from timber which are generally larger. Fixation of Cr VI is achieved if the treating chemical is CrO₃. Total fixation of Cr VI is achieved by heating wood surfaces treated with CrO₃ for 10 minutes at 135°C.

The conclusion that fixation Cr VI on CrO₃ treated surfaces was almost complete was based on an observation that small amounts of Cr VI were extracted by soaking in water for 48-hours. Other Cr VI containing chemicals were not as effectively fixed on the wood surface by heat treatment (Table-2).

The extend of leaching of chromium from treated wood is small. If the chemical compounds have reacted with the wood (fixation) there is no significant danger of contamination of the environment. Even with substantial spillage of preservative solutions at treatment plants and drippings from freshly treated wood, the amount of chromium entering the environment is very small, particularly if compared with that from other sources such as electroplating and the leather industry, and relative to the amounts of chromium already present in the environment. In the treatment plants, providing adequate precautions are taken to prevent the spreading of dust when handling dry powder formulations and to prevent contact of the preservative solution with skin, there should be no unusual dangers associated with chromium in wood preservation.

KAYNAKLAR

- ANDERSON, D.G. 1990: *The Accelerated Fixation of Chromated Copper Preservative Treated Wood*. American Wood-Preservers' Association, P. 129-151.
- COX, T.R.G. AND B.A. RICHARDSON, 1979: *Chromium in Wood Preservation; Health and Environmental Aspects*. (The International Journal of) Wood Preservation Vol. 1, Num. 1, P. 27-31.
- DREISBACH, R.H. 1983: *Handbook of Poisoning, Eleventh Edition*, Lange Medical Publications, California, P. 250-252.
- DUNBAR, J. 1962: *The Fixation of Water-Borne Preservatives in Cooling Tower Timber*. Rec. Ann. Con. BWPA P. 25-51.
- ELLIS, W.D. 1978: *Fixation of Hexavalent Chromium on Wood Surfaces*. Wood Science, Vol. 11/2, P. 76-81.
- PIZZI, A. 1981: *The Chemistry and Kinetic Behaviour of Cu-Cr-As/B Wood Preservatives. Part 1. Fixation of Chromium on Wood*. *Holzforschung und Holzverwertung*, 33/5, P. 87-100.

MARMARİS YÖRESİNDE ORMAN-TOPLUM İLİŞKİLERİNİN ORMANCILIK POLİTİKASI AÇISINDAN İRDELENMESİ¹⁾

Doç. Dr. Abdi EKİZOĞLU¹⁾

Kısa Özet

Bu çalışmanın amacı, Marmaris yöresinde orman-toplum ilişkilerinin durumunu incelemek ve bu ilişkilerin o yöre ormanları üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır. Bu nedenle burada, önce yörenin tanıtımı yapılmış, daha sonra orman-toplum ilişkileri başlığı altında, kentsel ve kırsal nüfusun ormanlarla ilişkisi üzerinde durulmuş, araştırma yöresindeki orman-toplum ilişkilerinin sorunlarına değinilmiş ve sorunlara ilişkin önlem ve önerilerde bulunulmuştur.

1. GİRİŞ

Ülkemizde orman-toplum ilişkilerinin en yoğun olarak yaşandığı yörelerden birisi Marmaris Devlet Orman İşletmesi'nin sınırları içerisinde kalan orman alanıdır. Gerçekten, bu işletme sınırlarında bulunan orman kaynaklarından yalnızca o yörede yaşayan nüfus yararlanmamakta, ülkenin diğer yörelerinden ve dünyanın pek çok yerinden gelen insanlar da yararlanmaktadır. Ayrıca, bu yöre, turizm endüstrisi dışında öbür endüstrilerden uzak olması, tarihi ve doğal vb. zenginlikleri nedeniyle orman-toplum ilişkilerinin ayrıntılı olarak ele alınmasında örnek olabilecek bir konudur.

Öte yandan, ülkemizdeki nüfus artışı, nüfusun yapısı, milli gelir artışı ve genel refah artışı sözü edilen yöredeki orman-toplum ilişkilerinin daha da artacağını gösteren hususlardır.

Aynı şekilde, dış ülkelere düzenlenenen turizm amaçlı turların sayısal olarak her yıl giderek artması, gelecekte yöre ormanlarında daha da çok ürün ve hizmet üretilmesini gerektirmektedir.

Araştırmamız beş bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü izleyen birinci bölümde, materyal ve yöntem yer verilmiştir.

İkinci bölüm, araştırma yöresinin tanıtımına ilişkin bilgileri içermektedir.

1) Bu yazı, İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Ormanlık Politikası Anabilim Dalı'nda aynı ad altında hazırlanmış çalışmanın özetidir.

2) İ.Ü. Orman Fakültesi, Ormanlık Politikası Anabilim Dalı.

Üçüncü bölümde, orman-toplum ilişkileri başlığı altında, kentsel ve kırsal nüfusun ormanlarla ilişkisi üzerinde durulmuştur.

Dördüncü bölümde ise, araştırma yöresindeki orman-toplum ilişkilerinin sorunlarına değinilmiştir.

Son bölümde ise, araştırma yöresindeki orman-toplum ilişkilerinin sorunlarına ilişkin önlem ve önerilerde bulunulmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın amacı, ülkemizde orman-toplum ilişkilerinin belli bir yöredeki durumunu incelemek, bu ilişkilerin o yöredeki orman varlığımız üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır.

Bu amaca ulaşmak için, önce ç alışmamıza yardımcı olacak yerli ve yabancı kaynaklar incelenmiştir. Daha sonra 1992-1994 yılları arasında periyodik olarak araştırma yöresine gidilmiş ve yöresel incelemelerde bulunulmuştur. Doğal olarak araştırma yöresinde ilk olarak Marmaris Orman İşletme Müdürlüğü'nden çalışmamıza ilişkin istatistiksel veriler ve çalışma ile ilgili öbür bilgiler sağlanmıştır.

Öte yandan, Orman İşletme Müdürlüğü'nden sağlanan bilgiler yanında, Turizm Bakanlığı'nın yöredeki Marmaris ve Datça Turizm Danışma Müdürlükleri, yöre belediyeleri, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın yerel örgütleri, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı İl Müdürlüğü, yörenin aracıları, yöredeki orman ürünleri ticarethaneleri ve kırsal kesim insanları gibi kurum ve bireylerden konumuz ile ilgili gerekli bilgiler elde edilmiştir.

Bütün bu verilere ve bilgilere dayanılarak tablolar hazırlanmıştır. Ayrıca, yörede önemli nitelikler gösteren orman alanlarının fotoğrafları da çekilmiştir.

3. ARAŞTIRMA YÖRESİNİN TANITIMI

Bu çalışmada örnek alınan Marmaris Orman İşletmesi, Güneybatı Anadolu'da Muğla iline bağlı Marmaris ve Datça ilçeleri sınırları içinde yer almaktadır. Adı geçen işletmenin kıyı şeridinin uzunluğu ve bu kıyıların orman alanı niteliği göstermesi, turistik yörede bulunması önemli özellikleridir.

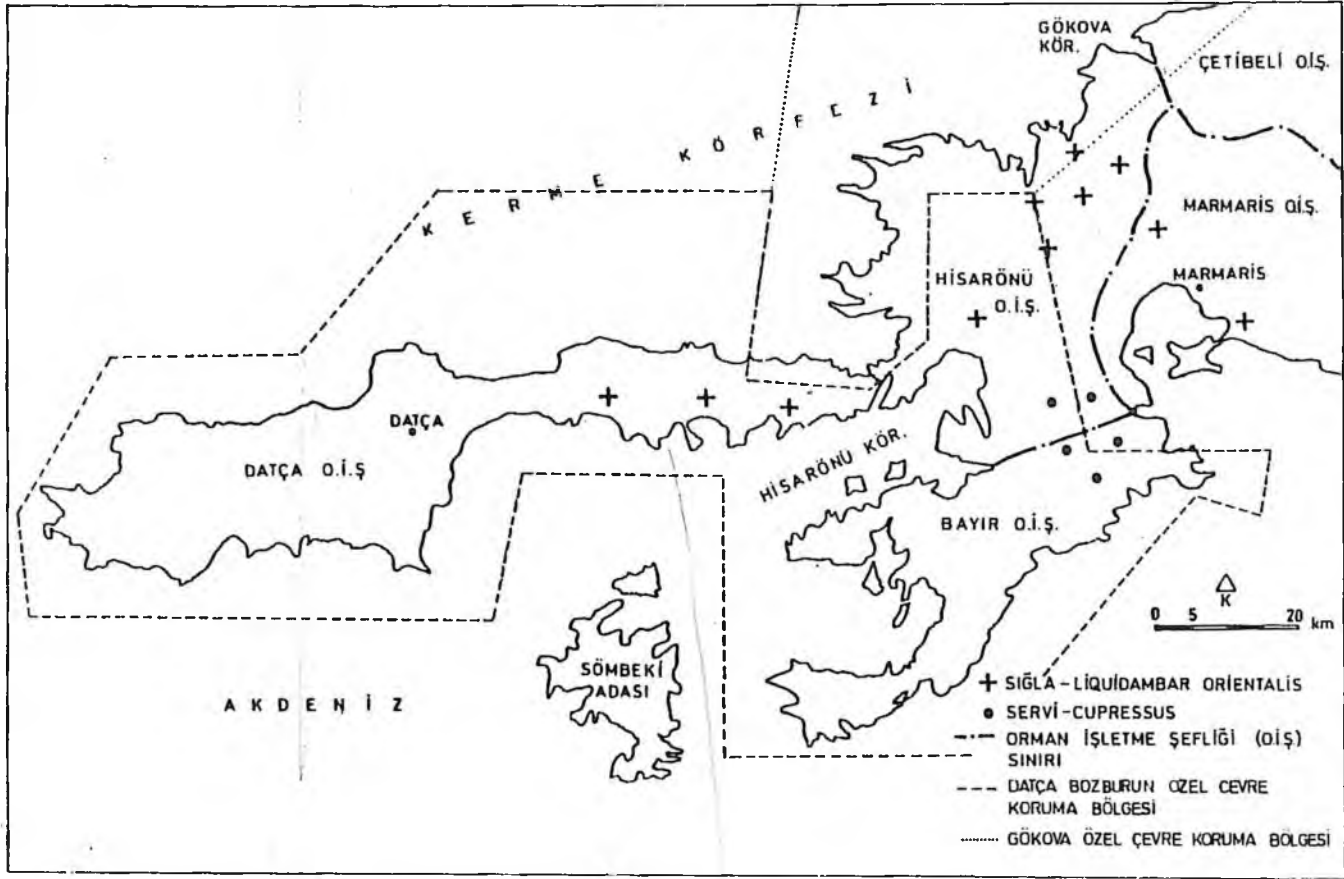
Ele alınan ormanın ait olduğu Marmaris Devlet Orman İşletmesi, Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı bir işletmedir. Söz konusu ormanlar Marmaris ve Datça ilçeleri içerisinde yer almakta, 36°, 33' - 37° 01' enlemleri ile 27° 21' - 28° 33' boylamları arasında bulunmaktadır. Çalışma alanının konumu harita 1'de görülmektedir.

Öte yandan, Marmaris Devlet Orman İşletmesi sınırları aynı zamanda Gökova ve Datça Bozburun Özel Çevre Koruma Bölgeleri içinde kalmaktadır. Bilindiği gibi "Özel Çevre Koruma Bölgeleri"nin seçiliş nedenlerinden biri gelecek nesillere bozulmamış zengin bir biyolojik varlık mirası bırakmaktır. Sözü edilen bu biyolojik zenginliklerimizden başlıcalarını bitki, hayvan, kuş, balık ve diğer canlı varlıklar oluşturmaktadır.

4. OK. AN-TOPLUM İLİŞKİSİ

Bilindiği üzere, ormanın birçok özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikler, yani ormanın kapladığı arazi, arazi üstündeki ağaçlar ile diğer bitkisel ve hayvansal canlılar ve her türlü orman ürününün hasadı, ormandan toplumun yararlanması yönünden önemlidir (ÖZDÖNMEZ ve ark., 1989).

Öte yandan, ormanlar başta odun hammaddesi olmak üzere birçok yan ürünlerin (reçine, sığla yağı, yaprak, çiçek, av hayvanları, madenler vb. gibi) kaynağıdır. Yine ormanlar, toprağı korumak, akarsuların rejimlerini düzenlemek, iklim ve sağlık üzerinde olumlu etkiler yapmak, iş



Harita 1: Marmaris Orman İşletmesi Müdürlüğü ve İşletme şeflikleri sınırları ile siğla ve servi ağaçlarının yayılışı
Karte 1: DIE Grenze Forstbetrieb von Marmaris und gebiet von den cupressus sempervirens, liquidambar orientalis.

İmkânı yaratmak, estetik ve turistik yönlerden önemli rol oynamak suretiyle sosyal ve kültürel hizmetler görürler. Ormanların bu iki yönlü fonksiyonlarından biri, yöresel koşullara göre daha fazla önem kazanır ve dolayısıyla ormanın ya ürün ya da hizmet şeklindeki yararları diğerine nazaran ön planda yer alır. Aslında her orman bu çeşitli yararların birini veya birkaçını sağlayabilir (GÜLEN-ÖZDÖNMEZ 1987).

Bu şekilde ormanın özelliklerine ve ormanın fonksiyonlarına değinildikten sonra, Marmaris yöresi ormanlarının yararları üzerinde durulacaktır.

Yukarıda sözü edilen çok yönlü yararlanma ilkesi gözetilerek Marmaris yöresindeki orman mülkünün sahibi olarak devlet, 1990-1999 yıllarına ait Amenajman Planı'nda bu ormanların hangi amaçlarla işletileceğini belirlemiştir. Bu planda, "ormancılık faaliyetlerinin ve yapılacak kesimlerin biraraya toplanması suretiyle daha rasyonel çalışılması, yaş sınıfları alanlarının optimal alanlara yaklaştırılması, yaşlı ormanların fazla değer kaybetmeden değerlendirilmesi, doğanın korunması, ormanların rekreasyonel fonksiyonlarının kontrollü olarak planlanması ve hizmete sunulması" ifadesiyle işletme amaçlarına değinilmiştir. Ayrıca gerçekleştirilecek amaçlar saptanırken, "Ulusal Ormancılık Amaçlarının", "Orman İşletmesinin Doğal Koşullarının" ve "Amenajman Yönetmeliğinin" gözönünde bulundurulduğuna planda yer verilmiştir. Adı geçen orman kaynağından "Eylem ve ilişkileri belli kullarlara bağlanmış insanlar topluluğu" olarak tanımlanan toplum kesimleri değişik taleplerde bulunmaktadır (KONGAR 1993). Bu nedenle yöredeki orman-toplum ilişkilerini, kentsel ve kırsal nüfusun ormanlarla ilişkisi biçiminde incelemek uygun olacaktır.

4.1. Kentsel Nüfusu-Orman İlişkileri

Bu yörede kentleşme hızı nüfus artışından çok fazla olmaktadır (Tablo 1). Bu artışın en önemli nedenlerinden biri, bölgeye yöre dışından ve ülke dışından olan göçlerdir.

Tablo 1: Muğla İli ve Belli Başlı İlçelerinde Nüfus (1985-90).

Abb. 1: Bevölkerungszahl Muğla und manche landkreisen.

MUĞLA	Toplam	İl ve İlçe Merkezleri Nüfusu	Bucak ve Köyler Nüfusu	Toplam	İl ve İlçe Merkezleri Nüfusu	Bucak ve Köyler Nüfusu	Yıllık Nüfus Artış Hızı (%)
Merkez	65.600	31.279	34.221	71.155	35.605	35.550	16.56
Bodrum	37.966	12.949	25.017	56.821	20.931	35.890	80.64
Marmaris	24.742	9.406	15.336	41.840	16.361	25.479	105.07
Ula	18.152	5.173	12.979	19.978	5.158	14.793	19.17
Yatağan	40.874	10.090	30.784	42.376	11.890	30.486	7.22
Datça	8.276	2.788	5.488	10.741	5.022	5.719	52.14

Kaynak: D.İ.E. 1990

Buradaki kentsel nüfusun ormanlarla ilişkileri, orman ürünlerinden yararlanma, orman hizmetlerinden yararlanma, orman alanlarından yararlanma ve arıcılık şeklinde olmaktadır.

- Marmaris Orman İşletme Müdürlüğü'nde üretilen orman ana ürünlerinden toprak ve yakacak odun kentsel nüfusun yararlandığı başlıca ürünlerdir. Ayrıca, kentsel nüfusun az da olsa bir bölümü orman yan ürünlerinden Defne, Kekik, Günlük ve Sığıla yağının kullanımı ve ticareti ile ilişkisi bulunmaktadır.

- Halen Marmaris Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan 5 adet orman içi dinlenme yeri ile bir adet Av Koruma-Üretim sahası ve bir adet Av Üretim İstasyonu'nda üretilen hizmetlerden çok değişik toplum kesimleri yararlanmaktadır.

- Yörede orman alanlarından yararlanmanın bir türü de, pek çok otel, tatil köyü vb. turistik tesislerin (Tablo-2) ya orman kenarında ya da izin ve irtifak hakkı yoluyla ormanlık alanlarda kurulması şeklinde olmaktadır. Ayrıca bu ormanlık alanlarda safari turları düzenlenmektedir. Bir başka yararlanma şekli ise yerleşmelerdir. Buradaki yerleşmelerin ormanlarla ilişkisi ele alındığında, yörede orman içi ve kenarı köyler ile orman rejimine giren yerlere sınır kentler bulunmaktadır.

Tablo 2 : Yöredeki Turistik Tesisler.

Abb 2 : Zahl der Fremdenverker Anlage Im Gebiet

TÜRÜ	SINIFI	TESİS SAYISI	YATAK SAYISI
Otel	5	4	2014
Otel	4	4	1401
Otel	3	33	5551
Otel	2	57	524
Otel	1	9	69
Apart Otel	1	1	2530
Tatil Köyü	-	6	120
Kamp	-	1	260
Motel	-	6	926
Pansiyon	-	23	19007
Belediye Belgeli	-	538	
TOPLAM		682	37839

Kaynak: Turizm Bakanlığı Marmaris ve Datça Turizm Danışma Müdürlüğü, 1993.

- Yine yöre ormanlarında yapılan arıcılık etkinliğinin orman-toplum ilişkileri açısından büyük önemi bulunmaktadır. Sözü edilen ormanlardan sadece ilçe merkezlerinde ikamet edenler değil, başka kent ve ilçelerden gelen gezginci arıcılar da yararlanmaktadır.

4.2. Kırsal Nüfus-Orman İlişkisi

Kırsal nüfusun ormanlarla ilişkisi de kentsel nüfusun ormanlarla ilişkisine paralel şekilde ele alınmıştır:

- Yörede Akdeniz iklimi hakim olmasına karşın kırsal kesimin yararlandığı zati yakacak odun miktarı, zati yapacak odun miktarının çok üstündedir (Tablo 3). Orman yan ürünlerinden Sığla yağı ve Günlük üretimi orman köylüleri çalıştırılarak orman işletmesi tarafından, öbür orman yan ürünleri üretimi ise orman yasamızın 37. maddesi gereğince tarife bedeli karşılığında yöredeki orman köylülerince gerçekleştirilmektedir.

- Orman işletmesi, yılda 700 ila 1000 kişiye iş olanağı sunmaktadır. Ağaçlandırma faaliyeti içinde çalıştırılan iş gücü başta gelmektedir. Yörede üretim işlerinde bütün yıl, ağaçlandırma işlerinde ise 6 ay çalışılabilmektedir.

- Yöredeki kırsal yerleşim düzeni açısından bakıldığında dağ ve orman köylerinin en çok rastlanan tip olduğu kolayca görülür. Çalışma bölgesinde birçok tarım ve orman alanları gibi korunması gereken alanlar, yoğun yapılaşmadan etkilenmektedir. Ayrıca, arazi rantının çok artması açmacılığın dolayısı ile ormanlık alanlardan yararlanmayı özendirilmektedir.

Tablo 3 : Marmaris Orman İşletme Müdürlüğü'nde Zati Yakacak ve Yapacak Satışları (1990-1993).**Abb 3 :** Waldbäuerliche Brenn und Nutzholzverkauf Forstbetrieb in Marmaris.

Yıllar	Zati Yapacak (m ³)	Zati Yakacak (m ³)	Toplam
1990	958	4508	5466
1991	671	5680	6351
1992	566	6349	6905
Toplam	2185	16537	18722

Kaynak: Marmaris Orman İşletme Müdürlüğü'nün Kayıtları.

Not: Yakacak Odun miktarının 1 m³ olarak hesaplanmasında 1 Ster=0.7 m³ alınmıştır.

- Yörenin kırsal kesiminde 1200'ün üstünde kişi arıcılık faaliyetinde bulunmaktadır (Tablo 4). Bu rakam, işlendirme açısından azımsanmayacak bir düzeydedir. Ayrıca her yıl bir milyon kilogramın üzerinde, bal, 60 bin kg'a yakın balınumu üretilmektedir.

5. ORMAN-TOPLUM İLİŞKİLERİNİN SORUNLARI

Buraya kadar yapılan açıklamalardan sonra Marmaris Orman İşletmesi'nde orman-toplum ilişkileri ile ilgili sorunları aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

Tablo 4 : Marmaris Orman İşletme Müdürlüğü Yöresi Kırsal Kesiminde Kovan ve Arıcı Sayısı.**Abb 4 :** Zahl den Bienenstock und der imker Marmaris-Datça.

Köy Adı (Marmaris)	Kovan Adedi	Arıcı Sayısı	Köy adı (Datça)	Kovan Adedi	Arıcı Sayısı
Adaköy	5000	50	Çeşme	5000	50
Armutalan	3000	30	Emecik	5000	50
Beldibi	5000	50	Sındı	2000	20
Bozburun	2000	20	Mesudiye	3000	30
Çamlı	8000	70	Yaka	3000	30
Çetibeli	3000	30	Karaköy	5000	50
Bayır	8000	70	Cumalı	6000	60
Hisarönü	10000	90			
İçmeler	4000	40			
Karacaköy	6000	60			
Orhaniye	8000	90			
Osmaniye	12000	110			
Söğüt	3000	30			
Taşlıca	2000	20			
Turgut	12000	100			
Turunç	8000	70			
Toplam	101000	950		29	290

Kaynak : Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, İlçe Müdürlüğü Kayıtları.

- Yöredeki ilçe ve beldeler ile kırsal kesimde kısmın kullanılan başlıca enerji kaynağıyacak odundur. Ayrıca Defne, Kekik, Sığıla yağı ve Günlük ile ilgili alım-satım işlemleri çağdaş pazarlama ilkelerine göre yapılmamaktadır. Yine bölgedeki yasa dışı avcılık, doğada özgürce yaşayan av hayvanlarının azalmasına ve neslinin tükenmesine neden olmaktadır.

- Daha önce belirtilen orman içi dinlenme yerlerindeki aşırı yararlanmalar, bu alanların orman toprağına, bitki örtüsüne ve faunasına zarar vermektedir. Bu orman içi dinlenme yerlerinin bi-tişğine kurulacak tesislerin seçiminde gereken özen gösterilmemektedir.



Resim 1 : Marmaris Kentinin Hemen Yanında Yanan Orman alanı (Foto: EKİZOĞLU)

Bild 1 : Waldbranntes Gebiet in der Nähe Marmaris.

- İşletme sınırları içinde çıkan yangınlarda büyük orman alanları kaybedilmekte ve doğal peyzaj olumsuz etkilenmektedir. Turizm etkinliklerinde bulunan bireyler ile bu alanda çalışan ve sayıları her geçen gün artan turizm acentalarının orman kaynaklarından yararlanmalarını düzenleyen, izleyecekleri kuralları belirleyen hususlar ormancılık mevzuatımızda bulunmamaktadır.

- İzin ve irtifak hakları ile ilgili taahhüt senetleri tek tip olmadığı için, çok farklı uygulamalar söz konusudur. Aynı şekilde kira bedellerinin ödenmesi de bir esasa bağlanmış değildir.

- Yöredeki yerleşmelerin yoğunluğu (Tablo 5), yapılaşmayı dik ve sarp yamaçlara doğru tırmandırmaktadır. Orman içi ve kenarında bulunan yerleşmelerde orman alanından değişik şekillerde yararlanılmaktadır. Bu, su temin için geçiş izni talebi olduğu gibi, kullanım alanını genişletmek şeklinde de olmaktadır. Öte yandan, yerleşmelerle ilgili olarak Belediyeler, Bayındırlık ve İskân Müdürlüğü, Ormancılık Örgütü, Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı gibi kurum ve kuruluşlar etkili olmaktadır.

Tablo 5 : Belediye ve Mücavir Alan Dışındaki İnşaat Etkinlikleri (Adet).
Abb 5 : Bautätigkeit in der auf dem Land.

Yıllar	MARMARİS		DATÇA	
	Ruhsat ve Kullanma İzni	Kaçak Yapı	Ruhsat ve Kullanma İzni	Kaçak Yapı
1984	84	-	16	-
1985	28	-	265	-
1986	98	66	33	22
1987	46	22	41	9
1988	20	74	1	12
1989	5	94	-	24
1990	17	55	16	14
1991	2	19	-	9
1992	4	7	-	9
1993	-	15	-	9
1994	-	2	-	28
TOPLAM	304	354	372	127

Kaynak: Muğla İli Bayındırlık ve İskân Müdürlüğü.

- Öte yandan, bütün arıların yöre ormanlarına geldiği Ağustos ayı, aynı zamanda turizm mevsiminin en yoğun olduğu ve Kentsel-Kırsal kesimin en kalabalık olduğu bir zaman dilimidir. Bu zaman diliminde, ormancılık örgütünün hüküm ve tasarrufu altındaki alanlara gelen ve giden arı ve arıncılar ile yoğun bir ilişkisi bulunmamaktadır. Ayrıca, yörede arı ve arıncıların konaklama yerleri hakkında bir belirsizlik söz konusudur.

6. ORMAN-TOPLUM İLİŞKİLERİNİN SORUNLARINA İLİŞKİN ÖNLEM VE ÖNERİLER

Buraya değin özetlenen Marmaris Orman İşletme Müdürlüğü'ndeki orman-toplum ilişkilerinin sorunlarına ilişkin önlem ve önerileri aşağıdaki biçimde özetlemek mümkündür.

- Ülkemiz genelinde olduğu gibi yöredeki yakacak odun sorununun çözümü genel enerji sorununun çözümüne bağlı bulunmaktadır. Daha önce belirtilen orman yan ürünleri ile ilgili istatistikî bilgilerin daha sağlıklı olmasına özen gösterilmeli, pazarlama kanalları belirlenmeli, sürüm koşullarının iyileştirilmesine çalışılmalıdır. Ayrıca, yöredeki yaban hayvanlarının canı ve sağlığı korunmalı, onların yaşama hakları güvenceye alınmalıdır.

- Yöredeki orman içi dinlenme yerlerine, kapasite üstü talebe karşı yeni alanlar kurulmalıdır. Ormanların düzenlenmiş alanlar dışında da dinlenme amacıyla kullanılmasına, orman yangınları nedeni ile izin verilmemelidir. Ayrıca, yabancı ülkelere gelen turistlerin orman hizmetlerine ilişkin taleplerinin bilinmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

- Öte yandan, orman içinde ve kenarında çok sayıda otel ve tatil köyü gibi turistik tesislerin sahipleri, çalışanları ve buralarda konaklayanlar orman yangınları konusunda aydınlatılmalı ve uyarılmalıdır.

- Başta "safari" turları olmak üzere, ormanlık alanlarda yapılan etkinlikler için ormanlık alanlarda yer ayrılmalı ve giriş-çıkışların belirli noktalardan yapılması düşünülmelidir.
- Orman yasamızın 17. ve 115. maddelerine göre izin ve irtifak hakkı verilirken gereken titizlik gösterilmeli ve objektif ölçütler belirlenmelidir. Ayrıca, izin ve irtifak hakkı verilen kişilerin bu tesisleri gerçekleştirebilecekleri hususu saptanmalıdır.
- Arazi rantının yüksek olduğu yörede orman tahribine engel olmak ve toprak-su dengesini olabildiğince sağlayabilmek için yöre ormanlarının belli kısımları, 6831 sayılı orman yasamızın 23. maddesi uyarınca muhafaza ormanı kapsamına alınmalıdır.
- Orman rejimine giren alanlarda ya da bu alanların çevresinde her türlü yapılaşma ile ilgili yapılacak çalışmalar öncesinde, özellikle ormancılık örgütü ile uyum sağlanmalıdır.
- Bölgeye atanacak olan, ormancılık örgütü, genel idarenin taşra teşkilatı ve Özel Koruma Kurumu Başkanlığı mensuplarının bilgi ve görgüleri nazara alınmalı, tarih ve doğa değerlerini tehdit eden çevre sorunlarına karşı duyarlı kişiler olmasına özen gösterilmelidir.
- Ormancılık örgütü, yöredeki arıcılığı düşük faizli kredilerle teşvik etmeye devam etmelidir. Ayrıca, yüzyıllardan beri gelenekselleşmiş arı konaklama alanları saptanmalı ve bu çevrede yapılacak ormancılık etkinliklerinde özenli davranılmalıdır. Bu konuda son yıllarda tercih edilen yerler belirlenmeli, amenajman planları yapılırken arıcılık da göz önünde bulundurulmalıdır.

FORSTPOLITISCHE UNTERSUCHUNGEN UBER DIE BEZIEHUNGEN DER BEVOLKERUNG ZUM WALD IN DER UMGEBUNG VON MARMARIS

Doç. Dr. Abdi EKİZOĞLU

Kurze Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit "Beziehungen-Zwischen Forst und Gesellschaft aus der forstpolitischen Sicht in der Umgebung von Marmaris."

Wurde an der Abteilung Forstpolitik der Forstfakultät der Universität Istanbul durchgeführt.

Zweck dieser Arbeit ist, den Zustand der Forst und der Gesellschaft in der Umgebung von Marmaris zu untersuchen, mit deren Beziehungen, die auf den Wäldern zur Folge haben. Deswegen wird erstens das Gebiet vorgestellt, danach, das Kapitel "Beziehungen Forst und Gesellschaft" mit beschäftigt sich den städtischen und ländliche Bewohnern in der Nähe von Wäldern.

Zum Schluß war es möglich, die Forst-und Gesellschaft probleme in Marmaris angehende Lösungen bzw Massnahmen vorzuschlagen.

ZUZAMMENFASSUNG

Die Forstdirektion Marmaris liegt an der Süd-West Anatolien, und in den Grenzen Landkreis von Marmaris-Datça die beiden Städten gehören zu Provinz Muğla.

In diesem Gebiet wurde die Beziehungen zwischen den Forst und Gesellschaft untersucht. Als Gesellschaft entsteht, Zwei unterschiedliche Gruppe; die Ländliche Bevölkerung, und aus dem Städten und aus dem Ausland eingewanderte Leute.

Die Städten in diesem Gebiet wurden immer grosser. Und die Bevölkerungszahl wird jedes Jahr noch mehr.

Die oben genannte Bevölkerung benutzen die Wäldern. Die Arten der Benutzung sind; die Waldprodukten-Nebenprodukten, Bodennützung des Waldes, Wohlfart des Waldes und die Imkerei auf dem Wald.

Die Probleme dieser Wechselbeziehungen sind folgendermassen zusammenfassen

- Der Brennholzverbrauch sowohl in den Städten als auch in den Dörfern in diesem Gebiet

steigt Jahr zu Jahr. Deswegen ist eine Abnahme der Einschlagmenge nicht zu erwarten.

- Waldzerstörung an der Grenze von Forstbetrieb Marmaris ist noch immer auf Waldbrände zurückzuführen. Auch auf der Landschaft in der Nähe der Städte entsteht Schaden.

- Verträge über die Belastung und Nutzung des Waldes, waren nicht in der gleichen Form. Das bringt für die Forstdirektion in der Praxis jeder Zeit mehr Schwierigkeiten.

- In diesem Gebiet siedeln sich die Menschen in der Nähe von Wäldern an. Die Siedlungen klettern so par auf die Berge hinauf.

- Die Baugenehmigung hängt von der Zustimmung der Stadtverwaltung, Forstverwaltung, und für die Türkei Spezieller Behörde "Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı" und des Ministeriums für Bau und Siedlung ab.

Die obengenannten Probleme betreffenden Massnahmen über die Beziehungen zwischen Forst- und Gesellschaft in Marmaris sind wie folgt zusammenzufassen:

- Die Grundlagen für wirksame Einsparung müssen zuerst beim Brennholzverbrauch geschaffen werden.

- Die Wälder in diesem Gebiet sind nach dem Gesetz 6831, Art 23 zum Schutzwald zu erklären.

- Nach dem Forstgesetz 6831, Art 17 und 115 wird für Ausnahmefälle eine Sondergenehmigung, auf dem Wald vorgesehen. Für die Erteilung solcher Rechte müssten das Forst- und Finanzministerium sehr kritisch handeln und objektiv sein.

- Die Errichtung jeder Anlage und Bauwesen in der Nähe der Staatswälder muss noch der Genehmigung der Forstverwaltung erfolgen.

KAYNAKLAR

ACUN, E. 1976: *Genel Çizgileriyle Orman İçin İskân Sorunu*. I.Ü. Orman Fak. Dergisi. Seri B. Sayı 1. S. 100-115.

AKESEN, A. 1983: *Fethiye Yöresinde Rekreasyon Amacı İle Kullanılan Bazı Orman Alanlarında Rekreasyonel Talep Değerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar*. I.Ü. Orman Fak. Yayın No: 346, İstanbul.

ASLANBOĞA, İ. 1993: *Türkiye'de Orman İçin Dinlenme Alanları*. I. Ormanlık Şurası Cilt 2, S. 29, Ankara.

BASKAN, A. 1991: *Marmaris'te Orman İçin Dinlenme Yerlerimiz*. Orman Teknikleri Dergisi. Eylül-Ekim 1991.

D.İ.E. *İnşaat İstatistikleri 1985-1990*, Ankara.

EFE, A. 1987: *Liquidambar orientalis Mil (Sığla Ağacı)'in Morfolojik ve Palinolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar*. I.Ü. Orman Fakültesi Dergisi. Seri A, Cilt 37, Sayı 2, s. 84.

GÜLEN, İ.; ÖZDÖNMEZ, M. 1987: *Ormanlık Yönetim Bilgisi*. I.Ü. Yayın No: 3442, Or. Fak. Yay. No: 385, İstanbul 255 S.

GÜLEZ, S. 1993: *Korunan Alanlar ve Turizm*. I. Ormanlık Şurası. Cilt 2, S. 73, Ankara.

- GÜNEŞ, H. 1990: *Türkiye'de İnşaat Sektörünün Yapısı ve İstanbul Mütteahhithlerinin Sorunları*. I.T.O. Yayın No: 23, İstanbul 104 S.
- İSTANBULLU, T. 1978: *Türkiye'de Yakıt ve Özellikle Yakacak Odun Sorunu Üzerinde Araştırmalar*. I.Ü. Yayın No: 2405, Orman Fakültesi Yayın No: 251, İstanbul 124 S.
- JASMAN, J. 1971: *Zur Planung von Stadtnähen Erholungswäldern*. Diss. Nr. 4638. Zurich 223 S.
- KAYACIK, H. 1966: *Adi Servi (Cupressus sempervirens L.)'in Türkiye'deki Coğrafi Yayılışı Üzerine Araştırmalar*. I.Ü. Orman Fakültesi Dergisi. Seri A, Cilt XVI, Sayı 1.
- KELEŞ, R. 1987: *İmar Planlama Mevzuatı ve Uygulaması*. A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayın No: 560, Ankara.
- KONGAR, E. 1993: *Toplumsal Değişme. Kurumları ve Türkiye Gerçeği*. Remzi Kitabevi, İstanbul.
- Marmaris ve Datça Belediyesi Kayıtları*.
- MANTEL, K. 1990: *Wald und Forst in der Geschichte*. Verlag M.H. Schaper 518 S.
- MİLLİ PARKLAR VE AV YABAN HAYATI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ 1993: "Milli Parklar ve Yaban Hayatı" Seri No: 1. Yayın No: 1, 1993, Ankara.
- OLALI, H. 1990: *Turizm Politikası*. I.Ü. İşletme Fak. Yayın No: 226, İstanbul.
- ORMAN AMENAJMAN PLANI 1990: *Marmaris Orman İşletme Müd. (1990-1999)*.
- ÖZALP, G. 1991: *Cupressus sempervirens L.'in Reşadiye Yarımadası'nda Yeni Bir Yayılışı*. I.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri A. Cilt 4, Sayı 1, S. 94-100.
- ÖZDÖNMEZ, M.; İSTANBULLU, T.; AKESEN, A. 1989: *Ormancılık Politikası*. I.Ü. Orman Fak. Yayın No: 401, İstanbul.
- ÖZHAN, S. 1993: *Marmaris'te 11 Aralık 1992 Tarihinde Meydana Gelen Sel Olayının Nedenleri ve Alınması Gerekli Önlemler*. Marmaris Güzelleştirme ve Tanıtma Derneği Paneli (9 Haziran 1993) Marmaris.
- SELMİ, E.; ÖYMEN, T. 1985: *Orman İçi Su Ürünleri*. I.Ü. Yayın No: 3312, Or. Fak. Yayın No: 373, İstanbul, 193 S.
- SUNGURBEY, I. 1993: *Hayvan Hakları*. I.Ü. Yayın No: 3796. Hukuk Fak. Yay. No: 705. İstanbul.
- TARIM VE KÖYİŞLERİ BAKANLIĞI 1993: *İlçe Müdürlüğü Kayıtları*. Marmaris.
- TOPÇUOĞLU, A. 1964: *Defne Yaprağı İstihali, İstihsal Tekniği ve Kıymetlendirilmesi*. Tetik Haberler Bülteni Sayı 11, Eylül 1964. 19 S. Ankara.
- TURİZM BAKANLIĞI, *Marmaris ve Datça Turizm Müdürlüğü Kayıtları* 1993.
- TÜRKER, F. ve TÜRKER, R. 1994: *Arıcılık*. Orman Bakanlığı Dergisi Yıl 2. Sayı 22. S. 28.

ANADOLU KARAÇAMINDA
(*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe)
FİDAN TAZELİĞİNİN DİKİM BAŞARISI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Y. Doç. Dr. Hüseyin DİRİK¹⁾

Kısa Özet

Araştırma kapsamında çıplak köklü (2-0) Anadolu Karaçamı fidanlarının dikim öncesinde sahip oldukları tazelik düzeyleri ile dikim başarıları arasındaki ilişkiler ele alınmıştır. Değişik su potansiyeli düzeylerine getirilen işlem gruplarına ait fidanların dikim sonuçları bakımından karşılaştırılmalarında, fidan tazeliğinin uyanma hızı ve tutma başarısı üzerinde istatistiksel önemlilikte etkili olduğu, 1. vejetasyon dönemi sonu terminal sürgün büyümesi üzerinde ise etkili bulunmadığı belirlenmiştir.

1. GİRİŞ

Fidan tazeliği, çıplak köklü fidanların dikim değerini belirleyen önemli bir fizyolojik niteliklerdir. Zira fidanlıktan sökülen fidanlar dikimlerine kadar geçen süreç içerisinde koşullara göre değişik düzeylerde su kayıplarına maruz kalmaktadırlar. Buna, dikimi izleyen ilk dönemde kök hasarları ve kök-toprak temasının yeterince kurulamaması gibi köklerin absorpsiyon kapasitelerini düşüren nedenlerin olumsuz etkileri de eklenmektedir (SANDS, 1984). Dolayısıyla fidanlıktan yeterli tazelik düzeyine sahip durumda sökülen fidanlar, transplantasyonun diğer olumsuz etkileri yanında maruz kaldıkları tazelik kayıpları ile canlılıklarını devam ettirebilmek zorunda kalmakta ve bu kayıpların artması ölçüsünde yaşama ve gelişmeleri güçleşmektedir. Bu nedenlerle çıplak köklü fidanların dikim anında sahip oldukları tazelik düzeyleri, dikim başarısında önemli bir rol oynamaktadır. Fidan tazeliği yapraklı bir sürgün örneğinde xylem su potansiyelinin ölçülmesiyle belirlenebilmekte ve bu yöntemle söküme-dikim sürecinin çeşitli aşamalarındaki değişimi kolaylıkla saptanabilmektedir (DİRİK 1989).

Diğer taraftan Anadolu Karaçamı, ülkemizde nemli-ılıman iklim tipinden kurak-kontinental iklim tiplerine kadar çok farklı yetişme ortamlarında doğal yayılışını yapmakta ve dolayısıyla değişik koşullara sahip çeşitli bölgelerde geniş dikim olanakları ve de uygulamaları bulunmaktadır. Karaçamın Avrupa'da yayılış gösteren diğer alt türlerinde, çıplak köklü fidan dikimlerinde başarının artırılmasını hedefleyen çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Korsika Karaçamında (*Pinus nigra*

1) İ.Ü. Orman Fakültesi Silvikültür Anabilim Dalı

Arn. ssp. *laricio* Poiret var. *Corsicana*), fidanların dikimlerini izleyen 6 aylık (Kasım-Mayıs) dönemde su potansiyeli değerleri ile yaşama oranı arasındaki ilişki (ANDRÉ 1979) ve dikime bağlı stresin ekofizyolojik analizi (KAUSHAL 1987), kapsamlı çalışmalarla ele alınmıştır. Avusturya karaçamında (*Pinus nigra* ssp. *nigricans* Host), fidanların su stresi ile koşullandırılmasının kök rejenerasyonu üzerindeki etkileri (AUSSENAC et EL NOUR, 1985) araştırılmıştır. Her iki alt türü birlikte ele alan diğer bazı araştırmalarda da, fidanların su potansiyeli düzeyleri ile kök rejenerasyonları arasındaki ilişki (AUSSENAC et EL NOUR, 1986) ve kök gelişme evreleri ile dikim başarısı ilişkileri (RIEDACKER et ARBEZ 1983) incelenmiştir. Ülkemizde Anadolu Karaçamı alt türü ile yapılan ağaçlandırmalarda da çıplak köklü fidanlar kullanılmakta ve dikim sonuçlarında zaman zaman ağırlaşan dikim şoku ile karşılaşabilmektedir. Bununla birlikte, sözkonusu alt türde fidan nitelikleri ile performans arasındaki ilişkiler ekofizyolojik açıdan henü araştırılmamıştır.

Belirtilen nedenlerle bu araştırmaya Anadou karaçamının çıplak köklü fidanlarında fidan tazeliği ile dikim başarısı arasındaki ilişkiler konu edilmiş ve dikim öncesinde sahip olunan değişik tazelik düzeylerinin dikim sonrasındaki uyanma hızı, tutma yüzdesi ve 1. vejetasyon dönemi sonu terminal sürgün büyümesi üzerindeki etkileri ele alınmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Araştırma İstanbul - Göktürk Fidanlığı'nda gerçekleştirilmiş ve denemelerde aynı fidanlıkta yetiştirilen Eskişehir-Burhandag' orijinli, çıplak köklü (2-0) fidanlar kullanılmıştır. Fidan materyali Şubat 1994'de ekim yastıklarından 100'er adetlik demetler halinde aralıklarla sökülüp laboratuvara getirilmiş ve yapay olarak tazelik kayıplarına maruz bırakılmıştır. İşlem gruplarının -5 bar¹⁾ düzeyinden başlayarak yaklaşık 5'er barlık kademelerle oluşturulması başlangıçta benimsenmiş ve bu amaçla laboratuvara getirilen fidan grupları değişik sürelerde ve saklama koşullarında bekletilmiştir. Fidan gruplarının tazelik düzeylerinin belirlenmesi ve su kayıplarının denetlenmesi, Scholander basınç odası yöntemi kullanılarak su potansiyeli ölçümleri ile gerçekleştirilmiştir. Uygulanan kurutma işlemleri ve tazelik denetimleri sonunda işlem grupları aşağıda belirtilen şekilde oluşturulmuştur.

İşlem No	Tazelik düzeyi (Su potansiyeli, bar) (n=5)
I	- 5.2±1.3
II	- 11.4±2.2
III	- 14.8±2.6
IV	- 21.3±3.5

Daha sonra işlem gruplarına ait fidanlar kendi içlerinde seleksiyona tabi tutulmuş ve her işlem grubundan 10±2 cm boylarında ve de kök ve sak morfolojileri bakımından normal ve sağlıklı durumda olan 40'ar adet fidan seçilerek denemeye alınmıştır. Dikim öncesinde fidanlara 25 cm'lik bir kök budaması uygulanmış ve fidanlar hazırlanan harç (orman toprağı+humus+dere mili) ile doldurulan 30 cm derinliğinde ve 20 cm çapındaki tüplere dikilmiştir. Dikim yapılan tüpler 40'ar adetlik işlem gruplarına göre açık alana yerleştirilmiş ve tüpler arasındaki boşluklar toprakla doldurulmuştur. Dikimi izleyen vejetasyon periyodu boyunca deneme fidanları ile ilgili ot mücadelesi mekanik yolla yapılmış ve kurak dönemde sulama uygulanmıştır.

Deneme fidanları, işlem gruplarının uyanma hızı bakımından karşılaştırılması amacıyla vejetasyon periyodu başında her hafta düzenli olarak gözlemlenmiş ve ekim yastıklarındaki sökümdikim uygulanmamış diğer fidanların % 100'ünün uyandığı tarih (4.5.1994) baz alınarak uyanma

1) 1 bar = 0,1 MPa (megapascal) ≅ 10 atm ≅ 150 psi

ytüzdeleri belirlenmiştir. Uyanma oranlarının belirlenmesinde, RITCHIE (1984) tarafından önerilen fidanların en az birer adet yeni iğne yaprak geliştirmiş olması, ölçüt olarak kabul edilmiştir. Vejetasyon dönemi sonundaki tutma başarısını belirlemek amacıyla, 5.9.1994 tarihinde işlem gruplarına göre yaşayan fidan sayıları saptanmıştır. Ayrıca aynı tarihte, işlem gruplarının büyüme performanslarını ortaya koymak üzere yaşayan fidanlar üzerinde terminal sürgün boyları ölçülmüştür.

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde, uyanma hızı ve tutma başarısı bakımından yapılan karşılaştırmalarda χ^2 testi, terminal sürgün uzunluklarının karşılaştırılmasında da varyans analizi yöntemleri uygulanmıştır.

3. BULGULAR

Dikim öncesinde değişik tazelik düzeylerine getirilen 4 farklı işlem grubuna ait fidanlar üzerinde belirlenen uyanan fidan yüzdesi, yaşayan fidan yüzdesi ve yaşayan fidanlar üzerinde ölçülen vejetasyon periyodu sonu terminal sürgün uzunluğu sonuçları Tablo-1'de topluca verilmiştir.

İşlem gruplarının uyanma hızı bakımından karşılaştırılmasında, fidanların dikim öncesinde

Tablo 1 : İşlem gruplarının uyanma hızı, tutma yüzdesi ve 1. vejetasyon periyodu sonundaki terminal sürgün uzunluğu değerleri

Tableau 1 : Taux de survie, taux de débourrement et les longeurs des pousses terminales à la fin de première saison de végétation pour les traitements

İşlemler Traitements	Dikim öncesindeki su potansiyeli değerleri Potentiel hydrique avant plantation (11.02.1994) bar (-)	Uyanan fidan yüzdesi Pourcent des jeunes plants débourrés (4.5.1994) (%)	Tutma yüzdesi Taux de survie (5.9.1994) (%)	1. vejetasyon periyodu sonu terminal sürgün uzunluğu Longeurs des pousses terminales à la fin de première saison de végétation (5.9.1994) (cm)
I	- 5.2±1.3	67.5	92.5	7.25
II	- 11.4±2.4	22.5	70	6.34
III	- 14.8±2.6	17.5	57.5	6.76
IV	- 21.3±3.5	10	32.5	5.92

sahip oldukları su potansiyeli düzeylerinin uyanma hızları üzerinde istatistiksel önemlilikte ($\chi^2=38.049 > \chi_{0,001}^2=16.250$) etkili olduğu saptanmış ve bu etkiye göre fidanların tazelik düzeylerinin azalması ile tomurcuk faaliyetlerinin geciktiği belirlenmiştir.

İşlem gruplarının tutma başarısı bakımından yapılan karşılaştırmalarında da, dikim öncesindeki tazelik düzeyinin fidanların dikim sonrasındaki yaşama oranları üzerinde istatistiksel önemlilikte etkili bulunduğu ($\chi^2=32.301 > \chi_{0,001}^2=16.268$) ve tutma başarısının fidan tazeliğinin azalmasına bağlı olarak düştüğü saptanmıştır.

1. vejetasyon periyodu sonu terminal sürgün uzunluğu bakımından yapılan analiz sonuçlarında ise, işlem grupları arasında istatistiksel önemlilikte bir fark bulunmadığı belirlenmiştir. ($F=1.017 < F_{0,05}=2.710$)

4. TARTIŞMA

Araştırma sonuçlarına göre Anadolu Karaçamı fidanlarında dikim anındaki su potansiyelinin ya da tazelik düzeyinin azalması, ilk etkisini dikim sonrasındaki uyanma hızı üzerinde göstermektedir. Tazelik düzeyi yüksek olan fidanlar diğerlerine göre fizyolojikman daha güçlü olmakla, yeni dikim ortamında biyolojik faaliyetlerini daha çabuk başlatabilmektedirler. Bu da, öncelikle fidanların yeni dikim ortamında rejenera ettikleri kökler vasıtasıyla toprakla fizyolojik anlamda temas kurabilmeleri ile mümkün olmaktadır. Fidanların dikim sonrasında köklerini rejenera edebilmeleri, sahip oldukları tazelik ya da su potansiyeli düzeyleri ile sıkı ilişkilidir. AUSSENAC et EL NOUR (1986), Avusturya ve Korsika karaçamlarında fidanların sahip oldukları su potansiyeli değerleri ile kök rejenerasyonları arasında kuvvetli ilişkiler belirlendiğini ve su potansiyeli baz değerinin -1.5 MPa'nın altına düşmesi durumunda kök rejenerasyonunun gerçekleşmediğini belirtmektedirler. Rejenera olmuş kök uçları da, tomurcukların aktif hale geçmesinde önemli bir rol oynayan gibberellin hormonlarının üretildiği bitki organları arasındadır (RIEDACKER, 1978).

Bununla birlikte fidan tazeliği yanında dikim sonrasındaki uyanma hızı üzerinde etkili olan başkaca faktörler de söz konusudur. Fidanların diğer fizyolojik ve morfolojik nitelikleri yanında, özellikle sökülme-dikim sürecinde ortaya çıkan kök hasarları, kök sembiyotik yaşamının bozulması, karbonhidrat rezervindeki azalmalar ve dikim ortamına aklimatizasyon gibi faktörler de, dikim sonrasındaki gerek uyanma hızı ve gerekse yaşama ve büyüme üzerinde önemli etkilere sahip olmaktadır. Nitekim aynı fidanlıkta ekim yastıklarında bulunan sökülme-dikim uygulanmamış fidanların tümünün uyanmış olduğu tarihte işlem ile ait fidanların % 32,5'inin henüz uyanmamış olması, büyük ölçüde bu faktörlerin etkisiyle açıklanabilir.

Dikim öncesindeki tazelik düzeyinin uyanma hızı üzerindeki etkisine benzer bir sonuç da, tutma başarısı üzerinde belirlenmiştir. KAUSIAL (1987), fidanları kurumaya kadar götürebilen dikim şokunun, dikim sonrasında fidanlarda fotosentetik kapasitenin azalmasından kaynaklandığını, bunda da dikim sonrasındaki içsel su açığı düzeyinin önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmektedir. Fotosentez kapasitesinin düşmesi, zamanla fidanlarda mevcut karbonhidrat rezervinden tüketimlere neden olmakta ve bir düzeyden sonra ölüm ya da kuruma gerçekleşmektedir. Korsika karaçamı fidanları ile yapılan bir çalışmada, fidanların su potansiyeli düzeyinin -1.0 MPa'nın altına düşmesi durumunda ölüm riskinin ortaya çıktığı, -1.0 Ma ile -1.8 MPa arasındaki düzeylerin yaşama ile kuruma arasında bir geçiş zonu oluşturduğu, -1.8 MPa'nın altındaki düzeylerde ise kurumanın çok hızlı gerçekleştiği belirlenmiştir (AUSSENAC et al. 1988). Anadolu Karaçamı fidanları ile yapılan araştırmanın sonuçlarında da, belirtilen araştırmanın sonuçlarına benzer bir şekilde -10 barın altında kuruma riskinin gerçekleştiği görülmüştür. Bu sonuç, söz konusu alt türde tazeliği -10 barın altında olan fidanların taşıdıkları kuruma riski nedeniyle ağaçlandırmalarda kullanılmamasını ortaya koymaktadır. Daha iyisi, sökülme-dikim sürecindeki işlemlerde gösterilecek özen ve yapılacak tazelik denetimleri ile bu değer -5 barın altında tutulması sağlanmalıdır.

Gerek Anadolu Karaçamı ve gerekse Korsika Karaçamı fidanları ile ilgili araştırma sonuçlarının irdelelenmesinde vurgulanmak istendiği gibi, çıplak köklü fidan dikimlerinde yaşama-kuruma sınırları ayıran tazelik düzeyi ile ilgili mutlak değerlerin verilmesi beklenmemelidir. Zira dikimi izleyen dönemdeki ekolojik koşulların fidanların yaşaması üzerindeki etkileri daima bilinmeyenler olarak kalmakta, örneğin düşük toprak ısı nedeniyle topraktan su alınmaması, rüzgârın sürgünleri sallayarak terlemeyi artırması, su baskınlarında emici köklerin boğulması gibi durumlarda, yeterli tazelik düzeyinde dikilmiş fidanlar da fizyolojik kuraklık etkisiyle kuruyabilmektedir (CLÉARY et al. 1979; RUETZ 1980).

Gerçekleştirilen araştırmanın sonuçlarına göre, fidanların dikim anındaki tazelik düzeylerinin yüksek olması, dikim sonrasındaki uyanma hızlarını ve yaşama oranlarını artırmakla birlikte, bu etki 1. yıl sonu sürgün büyümesi üzerine yansımamıştır. Daha düşük tazelik düzeylerinde dikilen fidanlar diğerlerine göre daha geç vejetatif faaliyete başlamalarına rağmen, 1. yıl sonunda bu fidanlarla eşdeğerde sürgün büyümesi gerçekleştirmişlerdir. Bununla birlikte bu çalışmada belir-

lenmeyen büyüme farklarının, kurak ya da güç yetiştirme ortamı koşullarında yapılacak dikimlerde tazelik düzeyi daha yüksek olan fidanlar lehine ortaya çıkması beklenebilir. VAN DEN DRIESSCHE (1976), fidanların dikim sonrasındaki tutma başarılarının fizyolojik nitelikleri tarafından, büyüme performanslarının da önemli ölçüde morfolojik nitelikleri tarafından belirlendiğini ileri sürmektedir. Bu nedenle çıplak köklü fidanlarla gerek tutma oranı, gerekse büyüme performansı bakımından başarılı bir ağaçlandırma gerçekleştirebilmek için, kullanılan fidanların hem fizyolojik, hem de morfolojik nitelikleri bakımından yeterli kalite düzeyinde olmasına özen gösterilmelidir.

EFFETS D'ÉTAT HYDRIQUE DES JEUNES PLANTS DU PIN DE PALLAS (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) SUR LA RÉUSSITE DE PLANTATION

Y. Doç. Dr. Hüseyin DİRİK

S o m m a i r e

Dans cette recherche on a été étudié les relations entre le potentiel hydrique des jeunes plants du pin de Pallas au moment de transplantation et leurs réussites de plantations.

Les résultats obtenus ont montré que l'état hydrique des jeunes plants avant plantation a influencé significativement le taux de débourrement et de survie après plantation. Par contre des effets significatives n'ont pas apparus dans les accroissements en hauteur à la fin de première saison de végétation.

1. INTRODUCTION

En Turquie, le pin de Pallas (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holboe) s'étend largement dans les différentes zones de bioclimatiques. Son aire naturelle occupe de 2 204 381 ha. C'est pourquoi le pin de Pallas est une espèce très importante pour la foresterie turque et surtout dans les travaux des reboisements. Dans les reboisements on utilise des jeunes plants (2-0) à racines nues et on peut rencontrer un choc de transplantation dans les conditions difficiles.

Ce travail a pour but d'étudier les relations entre l'état hydrique des jeunes plants et leurs réussites de plantations pour le pin de Pallas.

2. MATERIEL ET MÉTHODE

L'expérimentation a été réalisée en pépinière Göktürk près d'Istanbul et on a été utilisé des jeunes plants à racines nues (2-0) à l'origine de Burhandağ (Eskişehir). Après avoir arraché de la planche de semis, les jeunes plants se sont divisés en quatre catégories et ont été installés dans les conditions aux divers modalités dessèchements. Les mesures de potentiel hydrique des jeunes plants ont été effectuées au moyen de la chambre à pression technique.

Quatre traitements ont alors été constitués:

Traitement	I	- 5.2±1.3	Pa
Traitement	II	- 11.4±2.2	Pa

Traitement	III	- 14.8±2.6	Pa
Traitement	IV	- 21.3±3.5	Pa

Tous les jeunes plants ont été planté à la pépinière au daté de 5.2.1994 selon les catégories de traitements. Après plantation on nombre les jeunes plants débourrés au daté de 4.5.1994 où tous les semis non arrachés qui se trouvent en même pépinière avaient débourrés. A la fin de première saison de végétation (4.9.1994) on a déterminé le taux de survie et l'accroissement en hauteur des jeunes plants pour les quatres catégories.

Les donnes recueilli ont été évalués statistiquement par le teste de khi carré et l'analyse de variance.

3. RÉSULTS

L'état hydrique des jeunes plants au moment de transplantation a influencé statistiquement sur le taux de débourement (au niveau de 0,001). Taux de débourement a été déterminé de 67,5 p. 100 pour le traitement I, de 22,5 p. 100 pour le traitement II, de 17,5 p. 100 pour le traitement III et de 10,0 p. 100 pour le traitement IV.

La relation similaire a été constaté sur le taux de survie (statistiquement significative au niveau de 0,001). Les mesures et les observations effectués en Septembre 1994 ont permis de constater que le taux de survie a été de 92,5 p. 100 pour le traitement I, de 70 p. 100 pour le traitement II, de 57,5 p. 100 pour le traitement III et de 32,5 p. 100 pour le traitement IV. Par contre des différences notables n'existaient pas dans les accroissements en hauteur. Les longueurs de pousses terminales ont été mesurées de 5.92 cm pour le traitement I, de 6.76 cm pour le traitement II, de 6.34 cm pour le traitement III et de 7.25 pour de traitement IV.

4. DISCUSSION

Les résultats obtenus ont montré que les jeunes plants ayant une valeur de potentiel hydrique élevé avant plantation ont débourrés plus tôt. Ces jeunes plants peuvent rétablir un contact rapidement avec le sol pour qu'ils sont plus vigoureux en vue de physiologique. AUSSENAC et al. (1988) ont expliqué qu'il existe effectivement une relation entre état hydrique des plants et capacité de régénération racinaire chez le pin laricio de Corse. D'autre par, les racines régénérées ou blanches jouent un rôle déterminant pour le debourement en fournissant de produit de type gibberelline (RIEDACKER 1978).

Un autre résultat de ce travail est l'effet d'état hydrique des jeunes plants avant plantation sur le taux de survie à la fin de première saison de végétation. KAUSHAL (1987) a souligné que le choc de transplantation a pour conséquence une diminution de la photosynthèse. l'un des facteurs qui jouent un rôle important pour cette diminution est le niveau du déficit hydrique interne des plants. D'après le resultat concernés taux de survie, lors que le potentiel hydrique des jeunes plants du pin de Palas ou moment de transplantation descend en dessous de -10 Pa, les risques de mortalité existent.

D'autre part l'état hydrique des jeunes plants avant plantation n'a pas influencé sur l'accroissement en hauteur l'anné suivante. VAN DEN DRIESSCHE (1976) a souligné que les caractéristiques morphologiques reflètent quelques indications de la performance après plantation et que la survie est dû aux caractéristiques physiologiques. C'est pourquoi on doit prendre l'ensemble des caractéristiques morphologiques et des physiologiques en considération pour une plantation succes.

KAYNAKLAR

- ANDRE, P., 1979: Détermination de l'état physiologique des plants forestiers R.F.F., XXXI-6, s. 465-472.
- AUSSENAC, G., EL NOUR, M., 1985: Utilisation des contraintes hydriques pour le préconditionnement des plants avant plantation; premières observations pour le cèdre et le pin noir. R.F.F., XXXVII-5, s. 371-376.
- AUSSENAC, G., EL NOUR, M., 1986: Evolution du potentiel hydrique et du système racinaire de jeunes plants de cèdre, pin laricio de Corse et pin noir plantés à l'automne et au printemps. Ann. Sci. For., 43 (1), s. 1-14.
- AUSSENAC, G., J.M. GUEHL, P. KAUSHAL, A. GRANIER, Ph. GRIEU, 1988: Critères physiologiques pour évaluation de la qualité des plants forestiers avant plantation, R.F.F., XL, no: sp, s. 131-139.
- CLEARY, B.D., D., GREAVES, P.V. ONSTON, 1978: Seedlings. In: B.D. Cleary R.D. Greaves and R.K. Hermann eds. Regenerating Oregon's Forests, s. 63-97.
- DIRİK, H., 1989: Bitki su potansiyeli ve fidan tazeliğinin belirlenmesi. Orman Müh. Dergisi, Sayı 2, s. 11-14.
- KAUSHAL, P., 1987: Analyse écophysiological des effets de stress liés aux transplantations des arbres forestiers. - Thèse de doctorat de l'Université, Université Nancy I et Station de Sylviculture et de Production, 145 s.
- RIEDACKER, A., 1978: Régénération et croissance de la partie souterraine et aérienne des Cèdres placés sous climat constant. Ann. Sci. For., 35 (2), s. 117-138.
- RIEDACKER, A., ARBEZ, M., 1983: Croissance et régénération des racines des semis de pin laricio et de pins noirs en chambre climatisée et in situ. Ann. Sci. For., 40 (1), s. 79-110.
- RITCHIE, G.A., 1984: Assessing seedling quality. Chapter 23 in M.L. Duryea and T.D. Landis, eds. Forest nursery manual production of bare root seedlings. Martines Nijhoff/Dr. Junk Publisher, Boston, Mass., s. 243-259.
- RUETZ, W.F., 1980: Wasserpotentialmessung als index der Pflanzenfrische Characterization of Plant Material., Proceedings of the IUFRO-Meeting Working Group S 1.05-04, s. 126-136.
- SANDS, R., 1984: Transplanting stress in Radiata pine. Aust. For. Res., 14 (1) s. 67-72.
- VAN DEN DRIESSCHE, R., 1976: How far do seedling standarts reflect seedling quality XVI IUFRO World Congress, Norway 1976, Division 11, s. 50-52.

TAM ZAMANINDA ÜRETİM SİSTEMİ VE BİR MOBİLYA FABRİKASINDA UYGULAMASI¹⁾

Y. Doç. Dr. Ercan TANRITANIR²⁾

Kısa Özet

Bu çalışmada, Toyota Motor Fabrikası tarafından geliştirilen Tam Zamanında Üretim Sistemi (TZÜS)'ni uygulamak için modüler üretim yapan bir mobilya fabrikası seçilmiş ve burada üretilen dokuz adet modül esas alınmıştır.

Hücreyel imalat sistemine geçebilmek için grup teknolojisi ile dört farklı hücre belirlenmiştir. Sonra hücreler arasında hareket eden çekme kanbanları ve hücreler içinde hareket eden üretim kanbanlarının sayıları belirlenerek kanban sistemi kurulmuştur.

Fabrikadaki üretim sistemiyle TZÜS'yi karşılaştırmak için her iki sistem Siman simülasyon diliyle modellenmiştir. Bilgisayar desteğinde yapılan uygulamalar sonucunda performans değerlerinin TZÜS'ye geçmek için uygun olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak TZÜS'ye geçiş ile stok miktarları günlük üretim miktarına indirgenmiş; fabrika alanından % 36 oranında, makinalar arası taşıma mesafesinden ise % 44.3 oranında tasarruf sağlanmıştır.

1. GİRİŞ

Orman ürünleri endüstrisi genel olarak Birincil ve İkincil İmalat Endüstrisi olarak iki ana gruba ayrılmaktadır (DURU 1981). Odunu ormandan elde edildiği biçimiyle hammedde olarak kullanılanlara Birincil İmalat Endüstrisi denilmekte ve bu grupta;

- Kereste ve ambalaj sandığı endüstrisi
- Levha endüstrisi (kaplama levha, kontrplak, kontrtabla, yongalevha, liflevha),
- Kağıt hamuru ve kağıt endüstrisi

bulunmaktadır.

1) Bu yazı, İ.Ü. İşletme Fakültesi Üretim Yönetimi Anabilim Dalı'nda Hazırlanmış Doktora Tezinin Özeti'dir.

2) İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Endüstrisi, Makinaları ve İşletme Anabilim Dalı.

İkincil İmalat Endüstrisi ise, Birincil İmalat Endüstrisinin ürünlerini hammadde olarak kullanan endüstridir. Bunlar arasında ise;

- Mobilya endüstrisi,
- Doğrama endüstrisi,
- Parke endüstrisi,
- Karoseri, tekne ve prefabrik ev endüstrileri

bulunmaktadır. (ERASLAN 1977; İLTER 1990; ÖZDÖNMEZ / İSTANBULLU 1979).

Mobilya; masif ağaç veya yongalevha, liflevha, kontrplak, kontrtabla ve kaplama levha gibi ağaç malzemelerin ve metallerin şekil vermek üzere çeşitli işlemlerden geçirilmesi, koruyucu ve güzelleştirici yüzey işlemleri yanında vida, cam, mermer vb. diğer tamamlayıcı gereçler ile sentetik deri, yapay sünger, montaj ve döşeme malzemelerinin fonksiyonel ve estetik özellikler kazandırılarak konut, büro, otel, lokanta ve okul vb. yerlerde kullanılmak üzere yapılan sabit veya hareketli masa, sandalye, koltuk, kanepeler, mutfak dolabı, karyola, komodin, şifonyer, kütüphane gibi tüketim mallarına denilmektedir (KURTOĞLU 1992).

Ülkemizde mobilya endüstrisi genellikle geleneksel bir yapıda ve oldukça eski bir geçmişe sahip bulunmaktadır. Bugün yaklaşık 12.489 civarında küçük, orta ve büyük işletme mobilya üretimi yapmaktadır.

Son yıllarda yükselen hayat standardı, nüfus artışı, kentleşme süreci, dışsım koşulu ile gümrük muafiyeti, yatırım indirimi, faiz farkı, vergi iadesi, fiyat garantisi ve öncelikli hammadde temini gibi özendirilmelerden yararlanılarak kurulan modern işletmelerin sayısı ve üretim miktarları artmış bulunmaktadır.

Mobilya endüstrisinin talep ve üretim durumu Tablo 1'de görülmektedir (DPT 1989).

Tablo 1 : Türkiye'de Mobilya endüstrisi'nin Talep ve Üretim Durumu.

Table 1 : The Demand and Production of Furniture Industry in Turkey.

Miktar: (1000) Ad., Değer: Milyon TL, (1988 yılı fiyatı)

YILLAR	TALEP		ÜRETİM	
	Miktar	Değer	Miktar	Değer
1984	4414	529680	4464	535680
1988	5980	717600	6191	742920
1989	6331	751000	6590	782000
1991	8797	831000	9683	825000
1992		887000		875000
YILLIK ORTALAMA ARTIŞ				
5. Plan Döneminde (%)		7.5	8.1	
6. Plan Döneminde (%)		6.8	8.0	

Mobilya endüstrisinin üretim miktarında % 8 civarında artış olmasına karşın üretim planlama ve kontrolü (ÜPK) bakımından oldukça fazla sorunu vardır. 1990 yılı verilerine göre İmalat Endüstrisi üretiminin % 3.7'sini oluşturan Orman Ürünleri Endüstrisi kamu ve özel sektör işletmeleri, kaynak kullanımını düzenleyen ve verimliliği artıran üretim planlaması ve kontrol tekniklerinden yeterince yararlanmamaktadırlar. Bu tekniklerden yararlandıklarını ifade eden işletmelerin çoğunluğu da (özel kesimin % 58.82'si, kamu kesiminin de % 61.9'u) en basit yöntem olan "gözlem ve deneyimlerden yararlanarak üretim kaynaklarını ürünler ve dönemler bazında kabaca dağıtma"yı tercih etmektedir. Özel kesimde gerek ÜPK tekniklerinden yararlanma düzeyinin düşüklüğü ve gerekse bu tekniklerin uygulanmasında basit yöntemlerin seçilmesi, bu kesime ait işletmelerin çoğunlukla 50'nin altında işçi çalıştıran küçük ya da küçüğe yakın orta ölçekli işletmeler olmasındandır. Küçük ölçekli işletmelerde sipariş veya parti tipi üretimi yapılması, kapasite kullanım düzeyinin düşüklüğü, teknik persone ve donanım yetersizliği ÜPK kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir (ÖNCER 1991).

ÜPK'nın yetersiz olduğu işletmelerde stok miktarları ve kayıp zamanlar yüksek (% 7.5 civarı), kalite düzeyi düşük, arıza ve aksamalar fazla, kuyruklar uzun, iskarta oranı yüksek, verimlilik oranı düşük ve koordineli çalışma düzeyi zayıftır (ÖNCER / ASİL 1992).

Yukarıda bahsedilen olumsuzlukların günümüz üretim sistemlerinden Tam Zamanında Üretim Sistemi (TZÜS) ile giderilebileceği düşünülmüştür. Bu amaçla önce sistemin yapısı açıklanmış, daha sonra yöntem tanıtılmıştır. Uygulama, standart ürünler üreten büyük ölçekli bir mobilya fabrikasında yapılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada uygulama alanı olarak seçilen mobilya fabrikasının kapalı üretim alanı 1435 m²'dir. Bu alan idari binalar, sosyal tesisler, yeşil alanlar, ana ve ara yollar ile birlikte 7656 m²'ye ulaşmaktadır. Fabrikada 3 imalat şefi, 2 ustabaşı, 9 postabaşı ve 106 işçi çalışmaktadır.

Fabrikamın, orta ve yüksek gelirli tüketici sınıfına hitap eden ürünleri; artan nüfus nedeniyle giderek küçülen ve standart hale gelen konutlarda alan tasarrufu sağlayan standart mobilyalardır. Bu mobilyaların özellikle yatak elemanları, kullanımı sona erdiğinde -amortisörleri yardımıyla kolayca kapatılabilmektedir.

Bu mobilya fabrikasında üretilen mobilyalar "Primer Modüller" denilen dokuz adet modülden oluşmaktadır. Bunlar: Tek Kişilik Yatak, Gardrop, Tek Kapılı Gardrop, Çalışma Masası, Küçük Vitrin, Çift Kişilik Yatak, Ranza, Köşe Modülü ve Oturna Seti'dir.

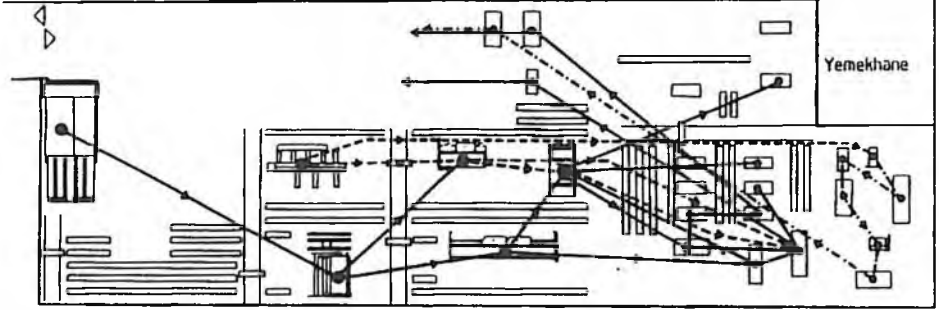
Seri üretim sistemini uygulayan mobilya fabrikasında Ana Üretim Planı her yıl aralık ayı sonunda yapılmaktadır. Esas olarak bütçe işlemleri için hazırlanan bu plan ile her ay üretilmesi gereken minimum modül miktarları da belirlenmektedir.

Aylık üretim planının temel alındığı fabrikada, satış müdürlüğü her ayın satış tahminini önceki yılların satış trendi, mevsimsel dalgalanmalar ve son ayın bayi siparişleri ışığında iki ay öncesinden belirlemektedir. ÜPK şefi, bu tahmini değerleri elindeki son üç yıllık satış miktarlarına göre irdelemekte, stokları ve ilave siparişleri de dikkate alarak aylık üretim planını oluşturmaktadır.

Aylık üretim planları belirlendikten sonra malzeme teminine geçilmekte ve malzeme ihtiyacı planlaması (MİP) yapılarak gerekli siparişler verilmektedir. Yüksek fiyatlı malzemelerde temin süreleri belirtilerek uzun süreli olarak elde tutulmamasına çalışılmaktadır. Zira satıcılar ödemelerde ayda % 7'lik bir ödeme farkı almaktadırlar. Özellikle lamine kaplı yongalevhada günü gününe sipariş verilmeye çalışılmaktadır. Vida, somun, rondela, gibi malzemelerde ABC analizi kullanılarak iki aylık stok tutulmaktadır.

2.1.1. Mobilya Fabrikasında Makinaların Yerleşimi

Bu mobilya fabrikasında Sipariş Atölyesi ve Akış Atölyesi'nin birlikte uygulaması görülmektedir. Bilindiği gibi, sipariş atölyesinin geleneksel yerleşim düzeni olan Fonksiyonel Düzenleme'de aynı işlemleri gören makinalar veya tezgahlar biraraya getirilmektedir. Akış atölyesinde ise, makinalar geri harekete neden olmadan ardışık işlemleri gerçekleştirecek şekilde sıralanmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1 : Fabrikada Parça Hareketi.
Figure 1 : The Movement of the Parts in the Factory.

Mobilya fabrikasında M1 (Levha Kaba Ebatlama Makinası), M2 (Çifti Taraflı Levha Net Ebatlama Makinası), M3 (NC Levha Ebatlama Makinası), M5-M6 (Kenar İşleme Makinaları) ve M7 (Çoklu Delik Delme Makinası)'nın yerleşimde hat düzenleme; M4 (Arabalı Yatar Daire Testere), M9 (Baza Toplama Tezgahı), M14 (Freze), M16 (Çalışma Masası Tabla Tezgahı), M19 (Etajer Montajı), M21 (Yatak Elemanlarının Toplanması), M22 (Temizlik İşlemi), M23 (Rötuş İşlemi), M24 (Aksesuarların Takılması) ve M25 (Ambalajlama)'in yerleşiminde ise fonksiyonel düzenleme esas alınmıştır.

M1, M2, M3, M5, M6 ve M7 makinalarında ardışık ve/veya atlamalı işlemler görerek ilerleyen parçalar; iş akışına göre M4, M9, M14, M16, M19, M21 ve M22, M23, M24, M25'e gitmektedirler.

Fabrikadaki çekmece imalatı için hücre karakteri taşıyan bir birim bulunmaktadır. Bu birimdeki makinalar (M10, M11, M12, M13, M15, M17, M18) U-tipinde yerleştirdikleri halde, parçalar U-tipi iş akışı göstermemektedir. Çünkü, makinalar iş akışına göre ardışık olarak yerleştirilmemiştir.

M1, M2, M3, M5, M6'nın akış tipi imalatı uygulaması ve M7'nin hazırlık süresinin uzun olması bu makinalar arasında fazla miktarda yarınamül stoklarına neden olmaktadır. Bu yüzden söz konusu makinalar arasındaki mesafeler büyük tutulmuştur.

Parçalar makinalar arasında rulmanlı konveyörler yardımıyla ve partiler halinde taşınmaktadır.

2.2. Yöntem

Bu fabrikada TZÜS'yi uygulamanın amacı; stoklu üretim yapan, montaj hattını dengelemekte güçlük çeken ve iş akışı oldukça karmaşık olan bir üretim sisteminde, alan yetersizliğinden kaynaklandığı zannedilen sorunları çözümlenektir.

TZÜS'nin, fabrikada halen uygulanmakta olan üretim sisteminden daha başarılı olduğuna karar verebilmek için; her iki üretim sistemi Siman simülasyon diliyle modellenip, seçilen performans ölçütleri test edilecektir.

2.2.1. Hüresel İmalat Sistemine Geçebilmek İçin Grup Teknolojisi Uygulaması

2.2.1.1. Makinaların ve Parçaların Kodlanması

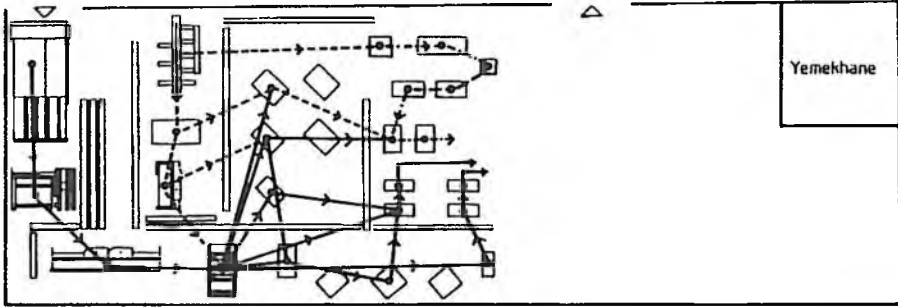
King'in Derece Sıralamasıyla Kümelendirme Yöntemi'ni bilgisayar destekli olarak gerçekleştirebilmek için makinaların ve ürünlerin kodlanması gerekmektedir. Yirmibeş adet makinanın kodlanması iş akışına uygun olarak yapılmıştır. El tezgahları da makina olarak değerlendirilmiştir.

Parçalar kodlanmadan önce benzer parçalar birbirleri ile, alt tablalar, üst tablalar, yan tablalar şeklinde gruplandırılmıştır. Aynı modül içindeki benzer işlemleri gören aynı boyutlu parçalara aynı kod numarası verilmiştir.

Makina ve parça kod numaraları oluşturulduktan sonra Derece Sıralama ile Kümelendirme Yöntemi ile hücreler belirlenmiştir. (DURMUŞOĞLU 1989; DURMUŞOĞLU 1991; KING 1980).

2.2.2. Hücrelerin Belirlenmesi ve Makina Yerleşiminin Hüresel İmalat Sistemine Göre Yeniden Yapılması

Hücreler, işlem tipine göre ele alındığında 1. ve 2. hücrelerin Ebatlama Hücreleri, 3. hücrenin Çekmece Hücresi, 4. hücrenin Temizlik ve Ambalaj Hücresi olduğu görülmektedir.



Şekil 2 : Fabrikanın Hüresel İmalat Sistemine Göre Düzenlenmesi.

Figure 2 : The Layout of the Factory in the Cellular Manufacturing System.

Fabrikada halen mevcut olan yerleşim; hüresel imalatı gerçekleştirebilmek amacıyla yeniden düzenlenerek, hücreler en uygun konuma getirilmiştir (Şekil 2).

Buna göre Çekmece hücresi, Ebatlama ve Önmontaj hücrelerine yaklaştırılmış; 4. hücre de kendisine daha fazla parça gönderen 1. hücre sınırında konumlandırılmıştır. Hücre içindeki makineler, iş akışına göre yeniden düzenlenmiştir. Böylece parçaların taşıma süreleri kısalmış, hücre içi parça trafiği basitleşmiş ve fabrika alanından % 36 oranında tasarruf sağlanmıştır.

2.2.3. Taleplere İlişkin İstatistiksel Dağılımların ve Parametrelerin Belirlenmesi

Bu çalışmada bir yıl süresince fabrikaya gelen günlük talep miktarlarına karşı TZÜS'nin davranışı incelenmek istenmektedir. Bir yıllık periyot içinde fabrikaya gelen talebin modüllere göre dağılımı test edilmiştir.

Günlük talep miktarlarının Siman'da kullanılabilmesi için her modülün gösterdiği istatistiksel dağılımın ve bu dağılımlara ilişkin parametrelerin belirlenmesi gerekmektedir. Bilgisayar desteğinde yapılan istatistiksel dağılım testleri ve frekans tabloları her modül için sırasıyla verilmiştir.

Buna göre; çalışmada kullanılan tüm modüllerin gösterdiği dağılım tipi üstel, olasılık fonksiyonu sürekli ve parametre olarak λ katsayısı ile belirtilmektedir. Üstel dağılımın aritmetik ortalaması ve standart sapması eşit olup;

$$\bar{x} \approx \mu = \sigma = 1/\lambda$$

ilişkisinden bulunmaktadır. (KALIPSIZ 1988).

Modüllere ilişkin taleplerin gösterdiği dağılım tipleri ve parametreleri Tablo 2'de verilmiştir:

Tablo 2 : Modüllere Olan Taleplerin Dağılım Tipleri ve Parametreleri.

Table 2 : The Distribution Types and Parameters of the Demands on Modules.

Modül Kod No	Dağılım Tipi	Parametresi
001	Üstel	$1 / \bar{x} = 1/7,196=0,139$ gün/adet
002	Üstel	$1 / \bar{x} = 1/7,791=0,128$ gün/adet
003	Üstel	$1 / \bar{x} = 1/4,294=0,233$ gün/adet
004	Üstel	$1 / \bar{x} = 1/6,718=0,149$ gün/adet
005	Üstel	$1 / \bar{x} = 1/2,462=0,406$ gün/adet
007	Üstel	$1 / \bar{x} = 1/2,048=0,488$ gün/adet
008	Üstel	$1 / \bar{x} = 1/3,529=0,283$ gün/adet
010	Üstel	$1 / \bar{x} = 1/1,773=0,577$ gün/adet
012	Üstel	$1 / \bar{x} = 1/5,765=0,173$ gün/adet

2.2.4. Günlük Ortalama Üretim Miktarlarının Belirlenmesi

TZÜS'nin taleplere gün bazında cevap verebilmesi, kanban sayısının her gün değişmesini zorunlu kılmaktadır. Bu durum ise pratik değildir. En uygun olanı, talebin yüksek ve düşük olduğu periyotlar için iki ayrı günlük ortalama üretim miktarı belirlemektir.

Kanban sayılarının belirlenmesinde oniki aylık süre esas alınmıştır. Fabrikadan her modül için alınan günlük sipariş miktarları önce aylık değerlere dönüştürülmüştür. Kanban sisteminin en fazla % 10-30 arasındaki talep değişimlerine kadar esneklik gösterebilmesi nedeniyle yıl içindeki aylık talep değerleri her modül için talebi yüksek ve talebi düşük aylar olmak üzere iki ayrı gruba ayrılmıştır. Bu ayırma işlemi aylık ortalama talep miktarı kriter alınmıştır (Tablo 3).

Tablo 3 : Talebin Yüksek ve Düşük Olduğu Aylara Göre Günlük Ortalama Üretim Miktarları.
Table 3 : The Amounts of Daily Production on the Months of High and Low Demand.

001		002		003		004		005		007		008		010		012	
4	7	5	8	3	4	4	6	1	2	1	2	2	3	1	2	3	4

2.2.5. Temin Sürelerinin Belirlenmesi

Temin süresi; işlem süresi, hazırlık süresi ve taşıma süresinin toplamından oluşmaktadır. Söz konusu bu süreleri belirlemek amacıyla her parça için işlem gördüğü makinalarda kronometre ile ölçümler yapılmıştır. Bulunan süreler tempo ve toleranslar eklenerek standart zamanlar bulunmuştur (KOBU 1980).

Verilere bakıldığında hazırlık sürelerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi, iki makinanın da her sabah 45'er dakikalık (45x60=2700 sn) ısınma süresinden kaynaklanmaktadır. Kanban sayıları hesaplanırken bu duruma dikkat edilmiş, her gün ilk işlenen parçanın hazırlık süresi 2700 sn, diğerleri ise 90 sn alınmıştır. Kanban sisteminde hücresele düzenleme olduğundan, taşıma süreleri bu yeni yerleşime uyarlanmıştır.

Kuyruk süreleri ile kanbanların kutuya konulma ve kutudan alınma süreleri, temin süresinin % 20'si olarak kabul edilmiştir.

2.2.6. Kanban Sayılarının Hücreler Bazında Belirlenmesi

TZÜS'nin gerekli elemanlarından kanbanların sayısını belirlemek için aşağıdaki formül kullanılmıştır (MONDEN 1983).

$$K = \frac{D \cdot L \cdot (1 + \alpha)}{C}$$

K = Kanban sayısı

D = Talep miktarı

L = Temin süresi

α = Güvenlik katsayısı (en fazla 0,10)

C = Kap kapasitesi (günlük talebin en fazla 0,10'u)

Bu formülde temin süresi (L); hazırlık, işlem taşıma ve kanban toplama sürelerinden oluşmaktadır. Güvenlik katsayısı ise sistemdeki belirsizlikleri ve değişkenleri dengelemek için kullanılan bir parametredir.

Monden'in yukarıdaki formülünde güvenlik katsayısı sıfır alınır ve kap kapasitesinin ideal olan 1 birim olduğu kabul edilirse formül;

$$K \geq D \cdot L$$

şekline dönüşür.

TZÜS'de temel olarak iki tip kanban kullanılmaktadır. Bunlar, hücreler arasında parça çekme işlemlerini gerçekleştiren Çekme Kanbanı (ÇK) ve hücrede üretilmesi gereken parçanın cins ve miktarını gösteren Üretim Kanbanıdır (ÜK).

Kanban hareketleri, çekme işlemlerinin daha çok 4. hücre ile 1. ve 2. hücreler arasında olduğunu göstermektedir. Bu parçaların bazıları önceki hücrede görülen işlemler sonucu kombine olarak çekilirken bazıları ise 4. hücredeki işlem sürelerinin birleşik olması nedeniyle grup halinde çekilmektedir. Örneğin 001 kod numaralı modüldeki P1, P132 ve P125, 1. hücreden 4. hücreye kombine olarak çekilirken; 002 kod numaralı P97 ve P98'in çekimi gene 1. hücreden 4. hücreye grup halinde yapılmaktadır.

Kanban sayıları bulunurken fabrikadan alınan hücre fire oranları da dikkate alınmıştır. Buna göre 1. ve 2. hücrelerin fire oranı % 8; 3. hücrenin fire oranı % 6 ve 4. hücrenin fire oranı % 3'tür.

Bu veriler ışığında kanban sayılarını veren formül aşağıdaki gibi kullanılmıştır:

$$\frac{\text{Günlük Üretim Miktarı}}{(1-\text{Fire Oranı}) (480 \text{ dak.})} \cdot \frac{\left[\begin{array}{c} \text{Hazırlık Süresi} \\ + \\ \text{İşlem Süresi} \\ + \\ \text{Taşıma Süresi} \end{array} \right] \times 1,2}{60}$$

2.2.7. Sistemin Siman ile Simülasyonu

Bu bölümde deterministik işlem süreleri ve değişken talep miktarları altında TZÜS'nin davranışı incelenmiştir. Sabit kanban miktarlarıyla çalışabilmek için öncelikle talepler düzenlenmiştir. Bu düzenlemede, yıl içinde mevsimsel dalgalanmanın düşük ve yüksek olduğu aylar olmak üzere iki periyot göz önüne alınmış, modüllerin imalatında gerekli kanban sayıları her periyot için ayrı ayrı belirlenmiştir. (PHILIPOOM / REES / TAYLOR III HUANG 1987; SARKER / HARRIS 1988; SARKER / FITZSIMMONS 1989).

Fabrikada imal edilen tüm modüllerin simülasyona dahil edilmesi, Siman'da bellek yeterliliği ve koşum süresinin kısıllığı gibi sorunları ortaya çıkarmıştır. Zira, sistemde 126 adet parça ve 25 adet makina bulunmaktadır. Bu parçaların işlem gördüğü her makina için ve birkaç işlem gördükten sonra ortaya çıkan kombine bloklar ile grup bloklar için ayrı ayrı tanımlanması, parçalara ait günlük talep miktarlarının ve her makina için işlem sürelerinin tek tek girilmesi, ayrıca hücreler arasındaki çekme kanbanı ve hücreler içindeki üretim kanbanı sayılarının farklılığı simülasyonun koşumunu iyiden iyiye imkansız kılmıştır.

Bu nedenle Siman'ın bellek kısıtı zorlayan verilerin aşağıdaki şekilde azaltılması yoluna gidilmiştir (PEGDEN 1986):

1. Sistemin Siman ile simülasyonundan fabrikada imal edilen tüm modüller ele alınmış ve performans ölçütleri gözlenmiştir.
2. Talep miktarlarının günlük değerlerini girmek yerine, modüllerin talep dağılımları bulularak dağılımların parametreleri girilmiştir (Tablo 2).
3. Fabrikada zaman etütleriyle belirlenen deterministik işlem süreleri yerine de gösterdikleri istatistiksel dağılımların parametreleri kullanılmıştır.
4. ÜK ve ÇK sayıları ve kanbanların hücreler arasındaki akışları, kanban sisteminde ideal durum olan "bir parça-bir kanban" şeklindedir. Ayrıca parçalar grubunun oluşturduğu kombine ve grup bloklar da birer adet kanban ile izlenmişlerdir.

Bu simülasyon çalışmasının amacı, yukarıdaki koşullar altında fabrikada halen kullanılan üretim sistemi ile TZÜS'nin performans ölçütlerine olan etkilerinin gözlemlenmesidir. Performans ölçütü olarak;

- Sistem Zamanı,
- Sistemdeki Ortalama Parça Sayısı,
- Sistemden Çıkan Parça Sayısı,
- Toplam Makina Kullanım Oranı ve
- Toplam Kuyruk Uzunluğu

alınmıştır.

Hücrelerin iç stokları bir hücrede üretilip sonraki hücre tarafından çekilmeyen kap sayısını, dış stoklar ise sonraki hücre tarafından talep edildiği halde üretim kanbanı olmaması nedeniyle beklemekte olan kanban sayısını göstermektedir.

Her simülasyon koşununun süresi fazla mesai olmadığına 480 dakika, fazla mesai olduğunda ise günlük talebi karşılayacak uzunluktadır.

2.2.7.1. Modelle İlişkin Varsayımlar

1. TZÜS, müşteri-işletme-satıcı zincirinin tümünde uygulanması gereken bir sistemdir. Bu modelde satıcılarla olan ilişki sisteme dahil değildir; yani hammadde, hazır parçalar ve yardımcı malzemeler muayene edilmeksizin kullanıma hazır durumdadır.

2. Günlük ortalama üretim miktarı, parti miktarına başka bir ifadeyle kap kapasitesine eşit olduğundan yeniden sipariş noktası sıfırdır.

3. Sistemde işçi kısıtı yoktur.

4. Sistemdeki tüm kuyruklarda İlk Gelen Önce (İGÖ) kuralı uygulanmıştır.

5. Sistemde kap kısıtı yoktur.

6. Makinaların bakım ve onarım süreleri ihmal edilmiştir.

7. Boş kabın çekme kanbanı ile birlikte geliş süresi, dolu kabın çekme kanbanı ile birlikte gidiş süresine eşittir.

8. M8, M17 ve M20'den her hücreye gerektiği kadar temin edilmiştir.

9. Parçaların ve partilerin makinalar arasında taşınmasında konveyör kullanmak yerine, ortalama yoluyla iş istasyonları arasındaki gerçek taşıma değerleri kadar geciktirme yapılmıştır.

2.2.7.2. Modelin Parametreleri

Modelin parametreleri aşağıdaki gibidir:

1. İşlem süreleri dağılımı
2. Hazırlık süreleri
3. İş istasyonları arası taşıma süreleri
4. Kanban sayıları
5. Günlük talebin dağılımı
6. Parti büyüklükleri

2.2.7.3. Modelin Tanımlanması

Fabrika üzerinde beş adet simülasyon modeli kurulmuştur. Önce fabrikanın tümü, mevcut imalat sistemine göre benzetilmiştir. Modelde 23 tezgah, 126 parça ve 600 işlem bulunmaktadır. M23, M24 ve M25'in işlem süresi bileşik olduğu için bir tezgah olarak değerlendirilmiştir.

Modelin işletilmesinde gezen birimlerin 1. özelliği A(1) parça kod numarasını, 2. özelliği A(2) ait olduğu modülün kod numarasını, 3. özelliği A(3) ise parçanın bir önce işlem gördüğü tezgah numarasını belirtmektedir. Kombine olan bloklar için yeni A(1) ve A(3) özellikleri atanmıştır.

Gezen birimlerin A(1) özelliklerinin atanması, modül içerisindeki kullanım oranına göre (olasılık dalanması) yapılmıştır. Gezen birimlerin işlem rotaları A(1) ve A(3)'ün ikili olarak kontrolü ile sağlanmıştır.

Performans ölçütü olan "Sistemdeki Ortalama Parça Sayısı"nın tespiti için X(1) değişkeni kullanılmıştır. Sisteme her gezen birim girişinde X(1) değişkeni bir adet artırılmış sistemden ayrılmalarda bir adet azaltılmıştır. Kombine bloklarda ise, kombine olan parça sayısının bir eksiği kadar azaltılmıştır.

Model programdaki kanban hareketi ise şu şekilde yapılmıştır: Herhangi bir hücreden çekilmesi gereken parça A(1) ise, SIGNAL: A(1); şeklinde sinyal verilerek A(1) ile temsil edilen kanban, WAIT BLOK'tan serbest bırakılmıştır. Serbest kalan kanban kendi kuyruğuna yerleşerek daha önce doldurulmuş olan bir dolu kap ile eşleştirilmiş; dolu kap hücreye, kanban ise geldiği kanban kutusuna iade edilmiştir.

JIT deneysel programında kap kapasiteleri 10, 15, 20, 25 adet olarak denenmiştir. Kap kapasitesi X(39) değişkeniyle temsil edilirken, hücredeki parçanın kritik seviyesi X(42) ile temsil edilmiştir. Kritik nokta, makina önünde oluşan kuyrukta tek adet parça kalmasıdır. Kap taşıma süresinin sıfır varsayılması nedeniyle son parça makineye işlem için girdiğinde, hücre önünde hiç parça kalmadığından yeniden parça çekimi için çekme kanbanı gönderilmiştir.

2.2.7.4. Örnek Modül Üzerinde İtme Sistemli Simülasyon Yaklaşımı

Simülasyon koşullarında sistemin kararlılık noktasına ulaşabilmesi için; birim zaman aralığındaki talebe, ρ aynı zaman aralığında sistemi terkeden gezen birim sayısına μ denirse;

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

iş yükünün 1'den küçük ($\rho < 1$) olması gerekir (DİNÇMEN / ÇEBİ / ÖZTÜRKOĞLU 1983). Modelde $\rho > 1$ olduğundan sistemdeki parça sayısı dolayısıyla geçici meyil bölgesi sürekli artış eğilimindedir ve kararlılık noktasına ulaşamamaktadır. Bu durum belirli bir süre sonraki atölye durumunu gözleme zorunluluğu vardır. Koşum süresini yeterince uzatabilmek için belleği daraltan kuyruk sayısını, istasyon sayısını ve gezen birim özellik sayısını azaltma yoluna gidilmiştir. Bu amaçla 15 parça ve 64 işlem içeren 005 kod numaralı modül örnek seçilmiştir. Söz konusu modülü seçmenin avantajı, gezen birim ve azalan kuyruk sayısından dolayıdır. Aynı zamanda bu modülü oluşturulan parçalar yaklaşık tüm tezgahlarda işlem görmektedir. Burada amaç, sistemin gerçek performans ölçütlerini belirlemek değil, aynı modülün itme ve çekme sistemleri olarak (TZÜS ile) çalıştırıldığındaki performans değerlerini kıyaslamaktır.

Bu değerler; tüm modellerde Sistem Zamanı, Sistemdeki Ortalama Parça Sayısı, Sistemden Çıkan Parça Sayısı (Tamamlanan İş Sayısı), Toplam Makina Kullanım Oranı ile Toplam Kuyruk Uzunluğu'nun ortalamaları, standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleriyle birlikte belirlenmektedir (PEGDEN 1986).

2.2.7.5. Örnek Modül Üzerinde Çekme Sistemli Simülasyon Yaklaşımı

Çekme sistemli simülasyon modelinde iki tip ve toplam 16 adet üreteç bulunmaktadır. Bu üreteçlerin bir tanesi çekme kanbanlarını, diğer 15 tanesi de gezen birimleri üretmektedir.

İlk blokta tüm kanbanlar üretilmekte ve kutuda beklemesi için wait bloğa gönderilmektedir. Her kanbanın bir sinyal kodu ve kanban kuyruğu vardır. Üretilen gezen birimler, deneme yanılma ile bulunan X (39) kap kapasitesindeki sayıya ulaşmaya kadar parça kuyruklarında gruplanmaktadır. Oluşan her bir grup kap kuyruğuna geçmektedir.

X(A(1)) değişkeni ile sayılan parça sayıları kritik düzeye düştüğünde A(1) kodunda sinyal verilip kanban harekete geçirilmektedir. Kendi kuyruğuna yerleşen kanban, match bloğu tarafından aynı kodlu kap ile eşlenmektedir.

Eşlenen kap, sonraki hücreye taşınmakta, üretim kanbanı ise aynı hücre içindeki kanban kutusuna bırakılmaktadır. Ancak bu çalışmada hücreler arasında kullanılan ortak makinaların çokluğu nedeniyle tüm üretim sistemi için bir üretim kanbanı kutusu kullanılmıştır.

Makinanın işleyeceği gezen birimin değişimi, yeni hazırlık süresini gerektirmektedir. Gezen birimlerin değişimi S(I) değişkeni ile izlenmektedir. Örneğin S(1), tezgahın bir önce işlediği gezen birimin A(1) özellik sayısını temsil etmektedir. Böylece o anda yakaladığı gezen birimin A(1) özelliği ile S(1)'i kıyaslamakta, farklılık varsa makinarya hazırlık süresi vermektedir. Makinada işlem için bekleyen gezen birimler ile hazırlık süresi esnasında bekleyen gezen birimleri ayırtabilmek amacıyla, hazırlık süresi gerektiren her tezgah için kuyruk oluşturan (hazırlık süresi için bekleme kuyruğu) kukla tezgahlar kullanılmıştır. Böylece her bir tezgah için bir işlem kuyruğu bir de hazırlık kuyruğu olmak üzere iki ayrı kuyruk oluşturulmuştur. Aynı performans ölçütleri bu modül için de geçerlidir.

Kap kapasiteleri (C) için en uygun büyüklük, deneysel programların icrası sonucunda 10-15 birim olarak belirlenmiştir.

Fabrika içinde gezen birimler, süreklilik arzetmeleri nedeniyle her zaman katlanmak zorunda kalınan bir stoktur. Kuyrukların ve sistemde harcanan zamanın azaltılması bu stoğun da azalmasını, dolayısıyla toplam maliyetin düşmesini sağlar (PEGDEN 1986).

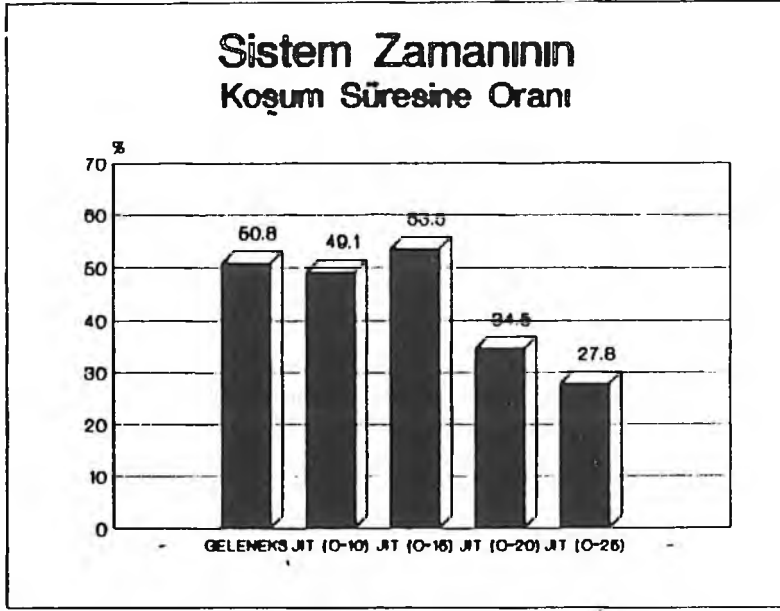
3. BULGULAR

Daha önce belirtilen performans ölçütlerini test etmek amacıyla yapılan koşullarla elde edilen Siman özet raporları incelenerek aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

3.1. Sistem Zamanı

005 kod numaralı Küçük Vitrin'i oluşturan parçaların imalat esnasında sistemde harcadığı zamanlar, Geleneksel Üretim Sistemi (GELENEKSEL) ve değişik parti miktarlı TZÜS'ler için aşağıda verilmiştir:

GELENEKSEL	=	483.99	dak.
JIT (C=10)	=	16.83	dak.
JIT (C=15)	=	22.46	dak.
JIT (C=20)	=	10.76	dak.
JIT (C=25)	=	8.26	dak.



Grafik 1 : Sistem Zamanının Koşum Süresine Oranı.
Graphic 1 : The Ratio of System in Time to Time Period.

Bu değerler, bir parçanın imalatı esnasında sistemde kalış süreleridir. Geleneksel üretim sistemi ile değişik parti miktarlı TZÜS'lerin sistem zamanları arasındaki aşırı fark, geleneksel üretim sisteminde parçaların teker teker oluşturulmasına karşın, TZÜS'de partiler halinde oluşturulması nedeniyle parça sayısının aşırı yükselmesi ve parti miktarının tamamı sistemi terkedinceye kadar koşum yapılamamasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle daha sağlıklı bir kıyaslama yapabilmek için, sistem zamanları koşum sürelerine oranlanmış ve bulunan değerler Grafik 1'de verilmiştir:

Görüldüğü gibi bu oran parti miktarı 15 birim olan TZÜS (JIT C=15)'de % 53.5 ile en büyük, % 27.8 ile parti miktarı 25 birim olan TZÜS (JIT=25)'de en küçüktür. Geleneksel üretim sistemi (GELENEKSEL)'nde ise % 50.8 olarak gerçekleşmiştir.

3.2. Sistemdeki Ortalama Parça Sayısı

2 no'lu grafikte görüldüğü gibi, sistemdeki ortalama parça sayısı 241,67 adet ile parti miktarı 15 birim olan TZÜS (JIT C=15)'de en düşük iken, 375,06 adet ile parti miktarı 20 birim olan TZÜS (JIT C=20)'de en yüksek değere ulaşmıştır. Geleneksel üretim sistemi (GELENEKSEL)'ndeki ortalama parça sayısı ise 361,99 adet ile ikinci en büyük değere sahiptir (Grafik 2).

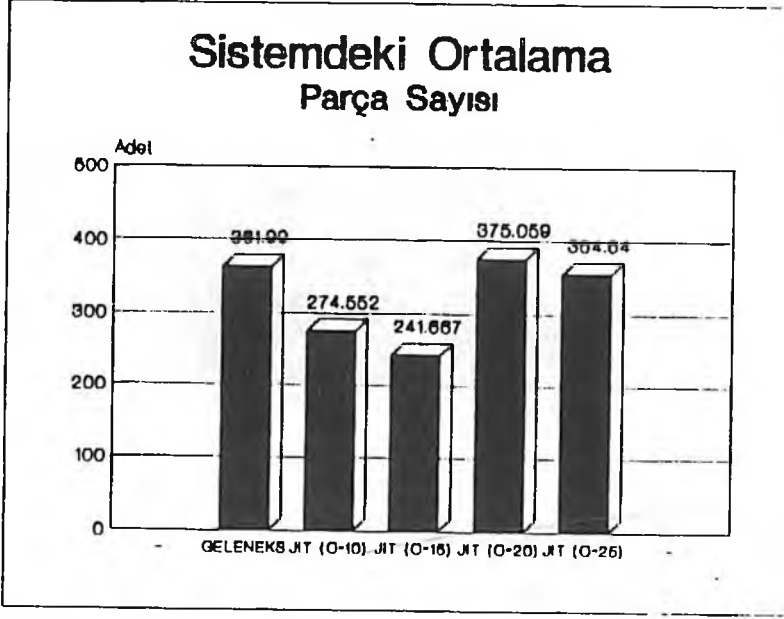
3.3. Sistemden Çıkan Parça Sayısı

Bu performans ölçütüne ilişkin simülasyon sonuçları aşağıdaki gibidir:

GELENEKSEL = 461 adet

JIT (C=10) = 40 adet

JIT (C=15)	=	44 adet
JIT (C=20)	=	33 adet
JIT (C=25)	=	40 adet



Grafik 2 : Sistemdeki Ortalama Parça Sayısı.
Graphic 2 : Average Numbers of the Parts in the System.

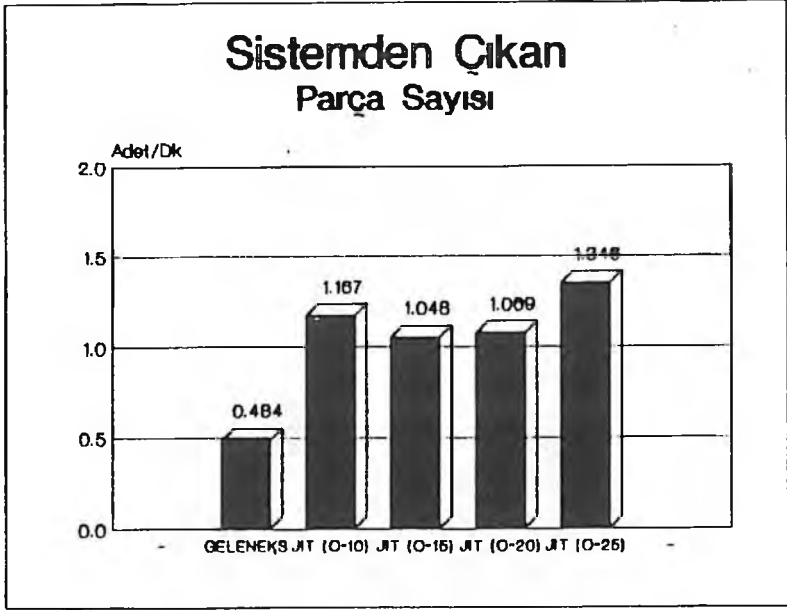
Görüldüğü gibi en yüksek değere 461 adet ile geleneksel üretim sistemi (GELENEKSEL)'nde ulaşıırken, en düşük değere 33 adet ile parti miktarı 20 birim olan TZÜS (JIT C=20)'de karşılaşılmıştır.

Siman özet raporları incelendiğinde, TZÜS'den çıkan parça sayılarının, gerçek üretim sistemininkine göre çok küçük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni fabrikadaki üretim sisteminde parçaların teker teker oluşturulmasına karşın, TZÜS'de partiler halinde oluşturulması, bu yüzden sistemin hemen dolması ve çalşamaz hale gelmesidir. Siman özet raporları incelendiğinde koşum sürelerinin, sistemin doluluğu nedeniyle çok kısa olduğu görülecektir. Halbuki sistemden çıkan parça sayıları koşum sürelerine oranlandığında, birim zamanda sistemden çıkan parça sayısı bulunmakta ve bu değerlerin karşılaştırılması daha uygun olmaktadır (Grafik 3).

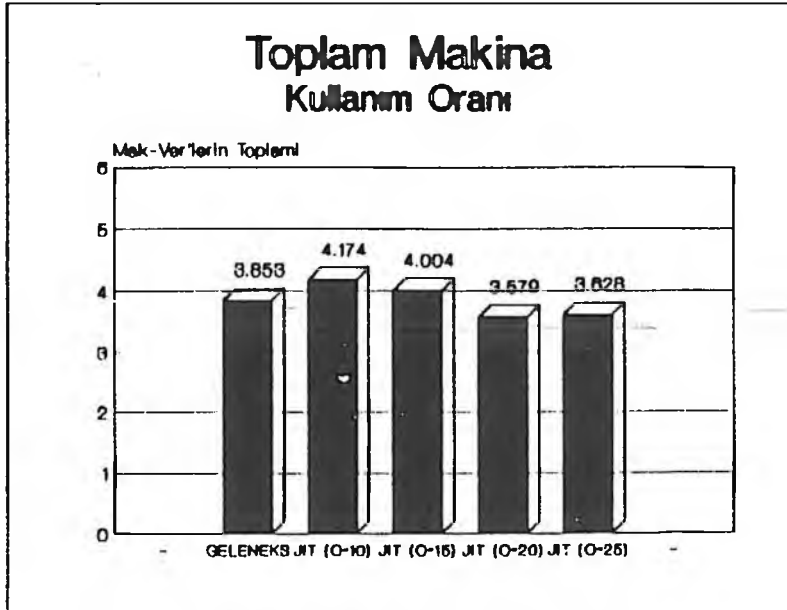
Buna göre en yüksek değere -dakikada 1,346 adet parça ile- parti miktarı 25 birim olan TZÜS (JIT C=25)'de, en küçük değere ise -dakikada 0,484 adet parça ile geleneksel üretim sistemi (GELENEKSEL)'nde ulaşılmıştır. Parti miktarı 10 birim olan TZÜS (JIT C=10)'de -dakikada 1,167 adet parça ile- ikinci en yüksek değere sahip olmuştur.

3.4. Toplam Makina Kullanım Oranı

4 no'lu grafikte görüldüğü gibi, makina kullanım oranlarının toplamı parti miktarı 10 birim olan TZÜS (JIT C=10)'de en yüksek parti miktarı 200 birim olan TZÜS (JIT C=20)'de ise en küçüktür (Grafik 4).



Grafik 3 : Sistemden Çıkan Parça sayısı.
Graphic 3 : The Number of the Completed Parts in the System.

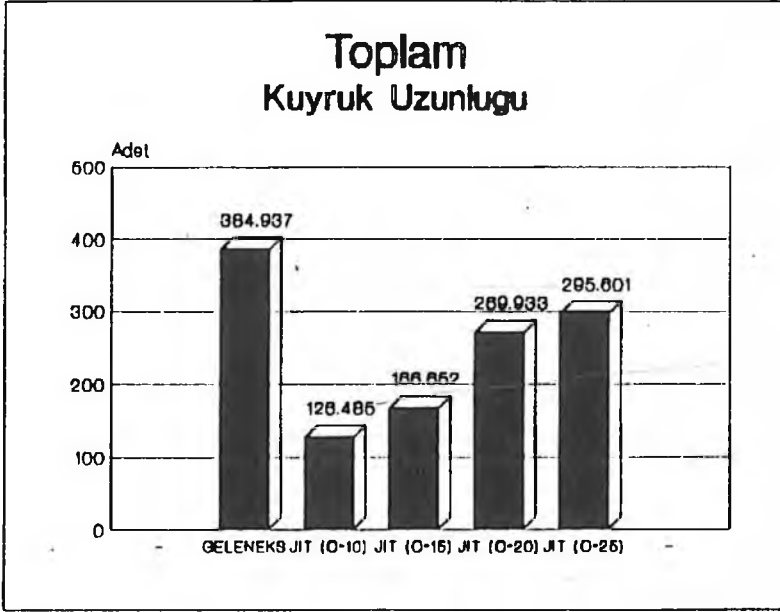


Grafik 4 : Toplam Makina Kullanım Oranı.
Graphic 4 : Total Machine Utilization.

İkinci en yüksek toplam makina kullanım oranına parti miktarı 15 birim olan TZÜS (JIT C=15), üçüncüye ise geleneksel üretim sistemi (GELENEKSEL) sahip olmuştur.

3.5. Toplam Kuyruk Uzunluğu

Bu performans ölçütünün en yüksek değeri 384,94 adet ile geleneksel üretim sistemi (GELENEKSEL)'nde görülmüştür. En küçük değere ise 126,49 adet parça ile parti miktarı 10 birim olan TZÜS (JIT C=10) sahip olmuştur. Parti büyüklükleri, 15, 20, 25 birim olan TZÜS'ler ise ara değerler almışlardır (Grafik 5).



Grafik 5 : Toplam Kuyruk Uzunluğu.
Graphic 5 : Total Queue Length.

Siman özet raporları incelendiğinde kuyruk uzunluğunu ek kuyrukların artırdığı görülecektir. Ek kuyruklar, makinelerin hazırlık süresi nedeniyle oluşan kuyruklardır. Hazırlık sürelerini minimuma indirmenin gerekliliği burada açıkça görülmektedir.

Bu grafiklerin tümü birlikte ele alındığında aşağıdaki matris ortaya çıkmaktadır:

Performans ölçütlerinden Sistem Zamanı'nda parti miktarı 25 birim olan TZÜS (JIT C=25) modeli, Sistemdeki Ortalama Parça Sayısı'nda parti miktarı 15 birim olan TZÜS (JIT C=15) modeli, Sistemden Çıkan Parça Sayısı'nda parti miktarı 25 birim olan TZÜS (JIT C=25) modeli, Toplam Makina Kullanım Oranı ve Toplam Kuyruk Uzunluğu'nda ise parti miktarı 10 birim olan TZÜS (JIT C=10) modeli daha başarılı olmuştur. Halen fabrikada uygulanmakta olan üretim sistemi (GELENEKSEL) ise performans ölçütlerinin hiçbirinde başarılı olamamıştır.

Sonuç olarak; TZÜS'ye geçmek daha uygun görülmektedir. Bu geçişte parti büyüklüğünü belirlemek için işletme politikası esas alınacaktır. Eğer stok maliyeti minimize edilmek istenirse, Sistemdeki Ortalama Parça Sayısı en küçük olan TZÜS modelinin parti miktarı (C=15 birim) seçilecektir. Aksi halde müşteri talebini en kısa sürede karşılama politikası öncelikli ise, Sistem Zamanı en küçük olan TZÜS modelinin parti miktarı (C=25 birim) kabul edilecektir.

	Geleneksel Sistem Traditional System	JIT C=10	JIT C=15	JIT C=20	JIT C=25
Sistem Zamanı Time in System					*
Sistemdeki Ort. Parça Sayısı Average Number of the Parts in the System			*		
Sistemden Çıkan Parça Sayısı The Number of Parts Completed in the System					*
Toplam Makina Kullanım Oranı Total Machine Utilization		*			
Toprak Kuyruk Uzunluğu Total Queue length		*			

4. ONERILER

Fabrikada TZÜS'ye geçebilmek için aşağıdaki önerilerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir:

1. Makinaların hazırlık süreleri kesinlikle küçültülmelidir. Bu nedenle M1 (levha kaba ebatlama makinası) ve özellikle M7 (çoklu delik delme makinası)'nin kesinlikle CNC makinalar olması gerekir. Zira M7'de deliklerin gerçek değerleri deneme yanılma ile bulunmakta ve 11,6 sn'lik bir işlem süresi için ortalama 1800 saniyelik hazırlık süresi kullanılmaktadır.

M5 ve M6 (kenar işleme makinaları)'nın ısınma süresi her sabah 2700 saniyelik bir zaman almaktadır. Bu makinaların mesai başlamadan önce açılarak mesai saatinde çalışır duruma getirilmesi gerekmektedir.

2. Daha önce yöntem bölümünde de bahsedildiği gibi grup teknolojisini uygulamak, iş akışı basitleştirmekte ve bir makinalara gelen ürün çeşidini azaltmaktır.

3. Grup teknolojisile belirlenen hücrelerdeki yarımamül stoklarının minimizasyonu ve atölye kontrolünün yükseltilmesi için çekme sistemi uygulanmalıdır.

4. Hücresel yerleşim düzenine geçiş ile 523 m²'lik (1435,2 m²-912 m²) yani % 36 oranında alan tasarrufu sağlanırken, % 44,3 oranında da (442 m-246,1 m) makinalar arası taşıma mesafesinden tasarruf sağlanmaktadır.

5. Makinaların sürekli çalışır halde bulunması; ancak koruyucu bakım planlamasının yapılması ve periyodik olarak uygulanması ile mümkündür.

6. Bunlara ek olarak, TZÜS'nin bir işletmeye uygulanabilirliği simülasyon ile test edildikten sonra, yeni sistemin kabulü yine de yöneticilerin ikna edilmesine bağlıdır. Ancak simülasyonun sağlanmış olduğu olumlu göstergeler, yöneticilerin bu yeni üretim sistemini daha kolay kabul etmesini sağlayacaktır.

JUST-IN-TIME PRODUCTION SYSTEM AND ITS APPLICATION IN A FURNITURE FACTORY

Y. Doç. Dr. Ercan TANRITANIR

Abstract

With the aim of the utilization of Just-In-Time Production (JIT) System in a furniture factory, JIT and the production system of the factory were modeled using Siman simulation language. The application carried out with the aid of computer showed that performance values are suitable for the utilization of JIT.

SUMMARY

The firms during their activity have to keep the production factors at the level which provides the highest productivity. The use of these sources productively is up to the effectivity of the production system. The most important problems which decrease the productivity of the production systems of the firms in our country are unsufficiency of the control and planning of the production, unpredictability the demands, the excess quantity of work-in-process; the longness of setup times, the longness of total operation periods, the highness of transportation and scrap costs.

There is two different system to decrease the inventory which constitute an important percentage of the costs: One of them is MRP or MRP II, a more developed form of MRP. The second is Just-In-Time Production System (JIT) which has been developed by the Japans.

The most important target of JIT is to keep out everything seen as waste from the system. Waste is the activities as handling, storage, counting, ordering, scheduling which do not increase the value of the product, but rather increase the cost, and everything which is above the required level.

Therefore in the JIT System raw material, work-in-process product stocks are being decreased as much as possible. The decreasing of the stocks are also related to the decreasing of lead and total processing times.

JIT can be succesfully applied in batch production. The specialty of this production is to apply a repetitive manufacturing system and to have a simple work flow. In order to increase the output quantity in repetitive manufacturing system, standart parts are being processed in small parties and to simplify the work flow, celular layout is being preferred instead of process-oriented layout.

In this study a factory which produces modular furniture has been chosen and based on nine modules.

First of all to apply JIT System studies which would organise database have been done. These are work analysis, standart time determination, determining of demands, and testing of the demand distribution.

Then to study on Cellular Manufacturing System four different cellulars have been determined by the help of Group Technology. Because of being heuristic of King's Algorithm having the cellulars which have been found examined part moving has been simplified more.

To apply the Kanban System; plant layout has been put into a new order according to cellular layout. The numbers of withdrawal kanbans which move between cellulars and production-order kanbans which move in cellulars, have been found out. Later, in order to organize the kanban system the flowing movements of kanbans have been determined.

Having this new production system by Siman simulation language the following results have been gained. To compare the actual production system with JIT System five different performance criterias have been determined. These are; Time in System, Average Number of the Parts in the System, the Number of the Parts Completed, Total Machine Utilization and Total Queue length.

When Siman results have been evaluated, it has appeared that the performance values of JIT are suitable to apply JIT System.

On the other hand by the help of cellular manufacturing system not only % 36 space, but also % 44,3 from the distance for the transportation between machines have been saved as well.

KAYNAKLAR

- DİNÇMEN, M., ÇEBİ, T., ve ÖZTÜRKOĞLU, S., 1983: *Üretim Benzetiminde Denge, Yöneylem Araştırması Dergisi* 2, S. 105-121, 1983.
- DPT, 1989: 6. Beş Yıllık Kalkınma Planı, DPT Yayın No. 2174, Ankara.
- DURMUŞOĞLU, B., 1991: *Tam Zamanında Üretim Sistemi Dergisine İlişkin Yüksek Lisans ve Doktora Ders Notları (basılmamıştır)*, İstanbul.
- DURMUŞOĞLU, S., 1989: *Tam Zamanında İmalat Sisteminin Simülasyon Analizi ve Uygulanabilirliğinin Etüdü, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (yayınlanmamıştır)*, İstanbul.
- DURU, N., 1981: *Cumhuriyetimizin 50. Yılında Ormancılığımız, OGM Sıra No. 187, Seri No. 145, S. 11, Ankara.*
- ERASLAN, I., 1977: *Orman Ürünleri Endüstrisi'nin Tanımı, önemi, Türkiye'deki Gelişimi, Sınıflandırılması ve Entegrasyonu, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No. 239, İstanbul.*
- İLTER, E., 1990: *Odun Kökenli Ürün Sanayilerinde Kaynak Kullanımı ve Verimlilik, Milli Prodüktivite Merkezi, Yayın No: 425, Ankara.*
- KALIPSIZ, A., 1988: *İstatistik Yöntemler, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No. 397, S. 55, İstanbul.*
- KING, J.R., 1980: *Machine-Component Grouping in Production Flow Analysis, An Approach Using Rank Order Clustering Algorithm, Int.J. Prod. Res., Vol.18, No. 2, pp.213-232.*
- KOBU, B., 1980: *Üretim Yönetimi, İ. Ü. İşletme Fakültesi, İşletme İktisadi Enstitüsü, Yayın No: 33, İstanbul.*

- KURTOĞLU, A., 1992: *Mobilya Endüstrisi Ders Notları (basılmamıştır)*, I.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- MONDEN, Y., 1983: *Toyota Production System, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, USA.*
- ÖNCER, M., 1991: *Orman Ürünleri Sanayiinde Üretim Planlaması ve Kontrolü, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları Yayın No. 443, Ankara.*
- ÖNCER, M., ASIL, N., 1992: *İş Örnekleme Yöntemiyle Dört Modern Mobilya Fabrikasında Kayıp Zamanlarının Saptanması ve Önleme Yolları, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Yayın No. 458, Ankara.*
- ÖZDÖNMEZ, M., İSTANBULLU, T., 1979: *Türkiye'de Orman Ürünleri Endüstrisi, I.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No. 282, İstanbul.*
- ÖZOK, A.F., 1985: *Küçük Sanayide Daha Verimli Nasıl Çalışabiliriz?, ITO, Yayın No. 13, S. 21, İstanbul.*
- PEGDEN, D., 1986: *Introduction to SIMAN with Version 3, 0 Enhancements, State College, Pennsylvania, March.*
- PHILIPPOOM, P.R., REES, L.P., TAYLOR III, B.W., and HUANG, P.Y. 1987: *An Investigation of the Factors Influencing the Number of Kanbans Required in the Implementation of the JIT Technique with Kanbans, Int. J. Prod. Res., Vol. 25. No. 3, pp. 457-472.*
- SARKER, B.R., And FITZSIMMONS, J.A., 1989: *The Performance of Push and Pull Systems: A Simulation and Comparative Study, Int. J. Prod. Res., Vol. 27, pp. 1715-1731.*
- SARKER, B.R., and HARRIS, R.D., 1988: *The Effect of Imbalance in a Just-In-Time Production System: A Simulation Study, Int. Prod. Res. Vol. 26, pp.1-17.*

İSTANBUL HIZLI TRAMVAY KARTALTEPE İSTASYONUNDA ŞEV TAHKİMİ ÇALIŞMALARIN SONUÇLARI

Y. Doç. Dr. Hüseyin E. ÇELİK¹⁾

Kısa Özet

İstanbul Hızlı Tramvay Kartaltepe İstasyonu'na ait şevlerin tahkimi çalışması İ.Ü. Orman Fakültesi tarafından 1988 yılında projelendirilmiş ve uygulanmıştır.

Yazıda projenin uygulama esasları anlatılmış ve uygulamadan altı yıl sonra yapılan incelemede şev tahkimi çalışmalarından olumlu sonuç alındığı görülmüştür.

1. GİRİŞ

Kartaltepe İstasyonu, İstanbul Hızlı Tramvay'ın (eski adıyla Hafif Metro Sistemi) Aksaray-Atışalanı arasındaki birinci aşama güzergâhının 6+450 km'sinde bulunmaktadır. Güzergâhın geçi-rilebilmesi için Kartaltepe (tepesi) 0-25 m'ler arasında değişen derinliklerde yarılmıştır. Bu uygulama sonucunda istasyonun iki tarafında elde edilen yarma şevlerinde²⁾ kısa sürede meydana gelen erozyonun önlenmesi isteğiyle, müteahhit firma Yapı Merkezi İnşaat ve Sanayi A.Ş., İ.Ü. Orman Fakültesi'ne başvurmuştur. İ.Ü. Orman Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi, firma ile 4.2.1988 tarihinde bir sözleşme imzalayarak şevlerin tahkimini üstlenmiştir. Arazinin 1.3.1988 tarihinde Orman Fakültesi'ne tesliminden sonra, İ.Ü. Orman Fakültesi Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı Öğretim üyelerinden Doç. Dr. Ö. Bülend SEÇKİN ve Doç. Dr. Ertuğrul GÖRCELİOĞLU'nun yönetiminde Orman Fakültesi öğretim elemanları ile başlayan proje ve uygulama çalışmaları 15.7.1988 tarihinde tamamlanmıştır. Yazıda, şev tahkimi çalışmalarının ayrıntıları ile, anılan tarihten günümüze kadar geçen altı yılın sonunda çalışmalardan elde edilen sonuç ele alınmıştır.

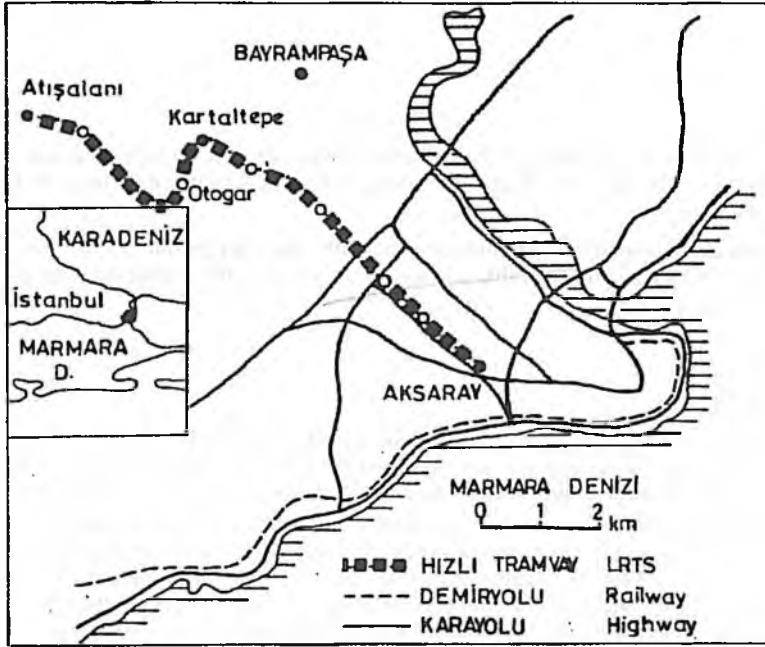
1) İ.Ü. Orman Fakültesi Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı

2) Doğal süreçler sonucu meydana gelmiş eğimli yüzeylere yamaç, mühendislik çalışmaları ile elde edilen eğimli yüzeylere ise şev denmektedir (İZBIRAK 1964; ULUSAY 1982).

2. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI

2.1. Yeri

Kartaltepe İstasyonu, İstanbul'un Bayrampaşa ilçesinin güney batısında, Kartaltepe mevkiinde yer almaktadır (Harita 1). İstasyonun da içinde bulunduğu güzergâhın 6+340 - 6+800 km'ler arasındaki bölümlü, yaklaşık olarak 85 m yüksekliğindeki Kartaltepe'nin kuzeydoğu-güneybatı yönünde 0-25 m'ler arasında değişen derinliklerde yarılmalarıyla elde edilmiştir. Atışalanı'na gidişe göre tramvay hattının sağında kalan güney bakılı şev (sağ şev) 5'er m'lik palyelerle¹⁾ ayrılan 4 parselden oluşmaktadır. Tramvay hattının solunda kalan kuzey bakılı şev (sol şev) ise yüksek gerilim pylonunun sağ ve sol tarafında olmak üzere 3'er parselden oluşmaktadır. Şevleri oluşturan parsellerin eğimleri % 25-35 arasında değişmektedir; uzunlukları ise en fazla 20 m'dir. Şevlerin toplam alanı 3,5 ha'dır (Şekil 1).



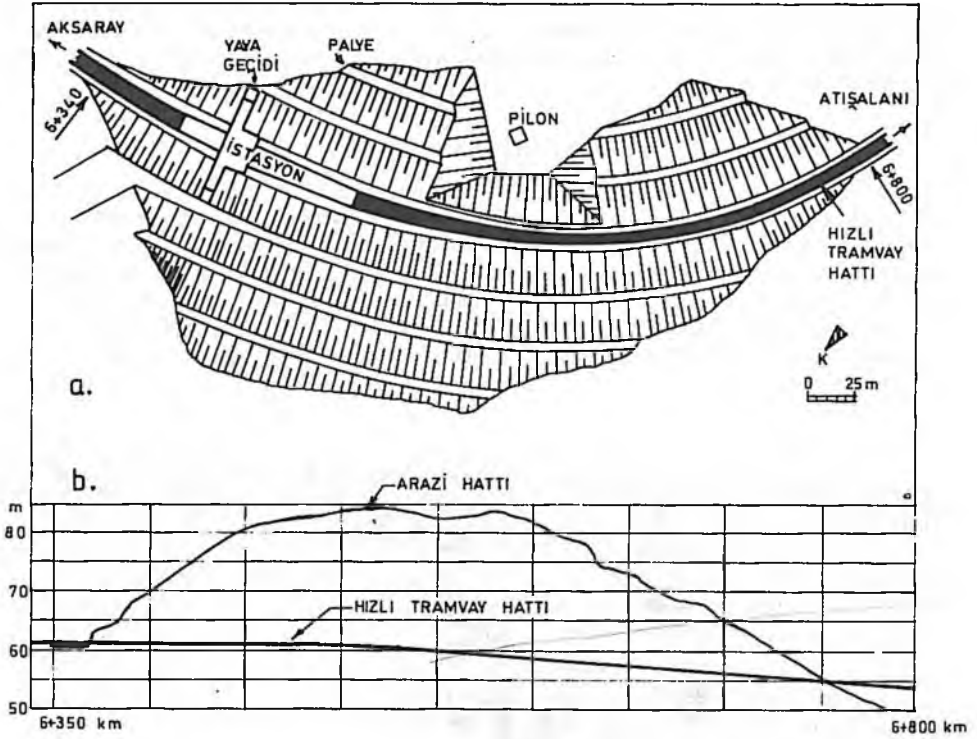
Harita 1 : Hızlı Tramvay Aksaray-Atışalanı Hattı ve bulduru haritası.

Map 1 : Aksaray-Atışalanı Line of Light Rapid Transit System (LRTS) and its location map.

2.2. Jeoloji ve Jeomorfoloji

Kartaltepe, Karadeniz'den Marmara Denizi'ne kadar uzanan bir platonun akarsularla yarılmalarıyla ortaya çıkan tepelerden biridir. Kartaltepe'de Sarmasiyen yaşta kum, kil ve marnlı kalkerlerden oluşan tortul seriler vardır (KURTER/BENER 1963).

1) Boyuna eğimin sıfır olduğu yatay yol kesimlerine palye denmektedir. (UMAR/YAYLA 1981).



Şekil 1 : a. Hızlı Tramvay Kartaltepe İstasyonu vaziyet planı
 b. Hattın 6+340 - 6+800 km'ler arasında boyuna profili
 Figure 1 : a. Plan of Kartaltepe Station of LRTS
 b. Longitudinal section of the line between 6+340 - 6+800 km's.

2.3. İklim

Yeşilköy Meteoroloji İstasyonu'nun verilerine göre (DMİ, 1974) yıllık ortalama yağış 691,4 mm'dir. Yağış en fazla kış aylarında (% 40) en az ise yaz aylarında (% 12) düşmektedir. İlk-bahar ve sonbaharda ise yağışın sırasıyla % 22 ve % 26'sı düşmektedir.

Yıllık ortalama sıcaklık 13,7°C'dir. Ortalama en düşük sıcaklık şubat ayında (5,3°C), en yüksek sıcaklık ise ağustos ayında (23,2°C) görülmektedir.

Yıl içinde egemen rüzgâr yönü kuzeydoğudur.

2.4. Toprak

Kartaltepe'de 0-25 m'ler arasında değişen derinliklerdeki yarma sonucunda üst toprak kalınlığı azalmış, kum ve marndan oluşan anamateryale ulaşılmış bulunmaktadır. Kum ve marn aralanarak tabakalı bir yapı göstermektedir.

Toprak derin, taşsız ve tuzsuzdur. Toprak reaksiyonu hafif asitten orta bazik değerlere kadar değişik özellikler göstermektedir (pH 6,20 - 8,49). Karbonat içeriği bakımından fakir ve zengin kesimler vardır. Yüksek oranda kum içermesi nedeniyle toprak erozyona karşı çok duyarlıdır (HIZAL/ŞENGÖNÜL 1988).

3. ŞEV TAHKİMİ ÇALIŞMALARINDAN ÖNCE ARAZİNİN DURUMU

Kartaltepe'de yarma sırasında üst toprakla birlikte bitki örtüsü de kaldırılmış ve kum tabakası yüzeye çıkmıştır. Bunun sonucunda şev yukarılarında yüzeysel olarak başlayan erozyon, şev ortasında çizgi, şev eteğinde derinliği 2 m'ye ulaşan oyuntu erozyonuna dönüşmüştür (Resim 1). Arazi genel olarak kumlu geçirgen bir yapı göstermekle birlikte marn tabakasının yüzeye yakın olduğu bazı kesimlerde drenaj problemi bulunmaktadır. Ayrıca marn tabakasının yüzeye çıktığı şevlerde ise su sızıntıları görülmektedir. Çalışma alanı koruma altında değildir ve çevresi çitle çevrilmemiştir. Arazide alt yapı hizmetlerinden sulama şebekesi ve beton kenar hendekleri henüz tamamlanmamıştır.



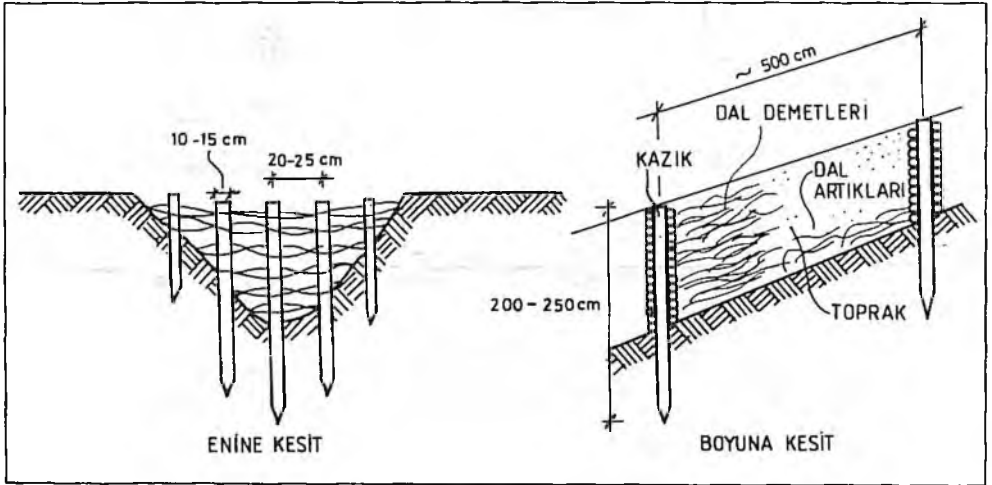
Resim 1 : Şev tahkimi çalışması öncesinde Kartaltepe'deki erozyon.
Figure 1 : Erosion at Kartaltepe before the slope stabilization work.

4. ŞEV TAHKİMİ ÇALIŞMALARI

Çalışmalar mevcut erozyonun önlenmesi ve bitkilendirme olarak iki başlık altında ele alınmıştır. Çalışmaya başlamadan önce arazinin çitle çevrilmesi ve bekçi korumasına alınması sağlanmıştır.



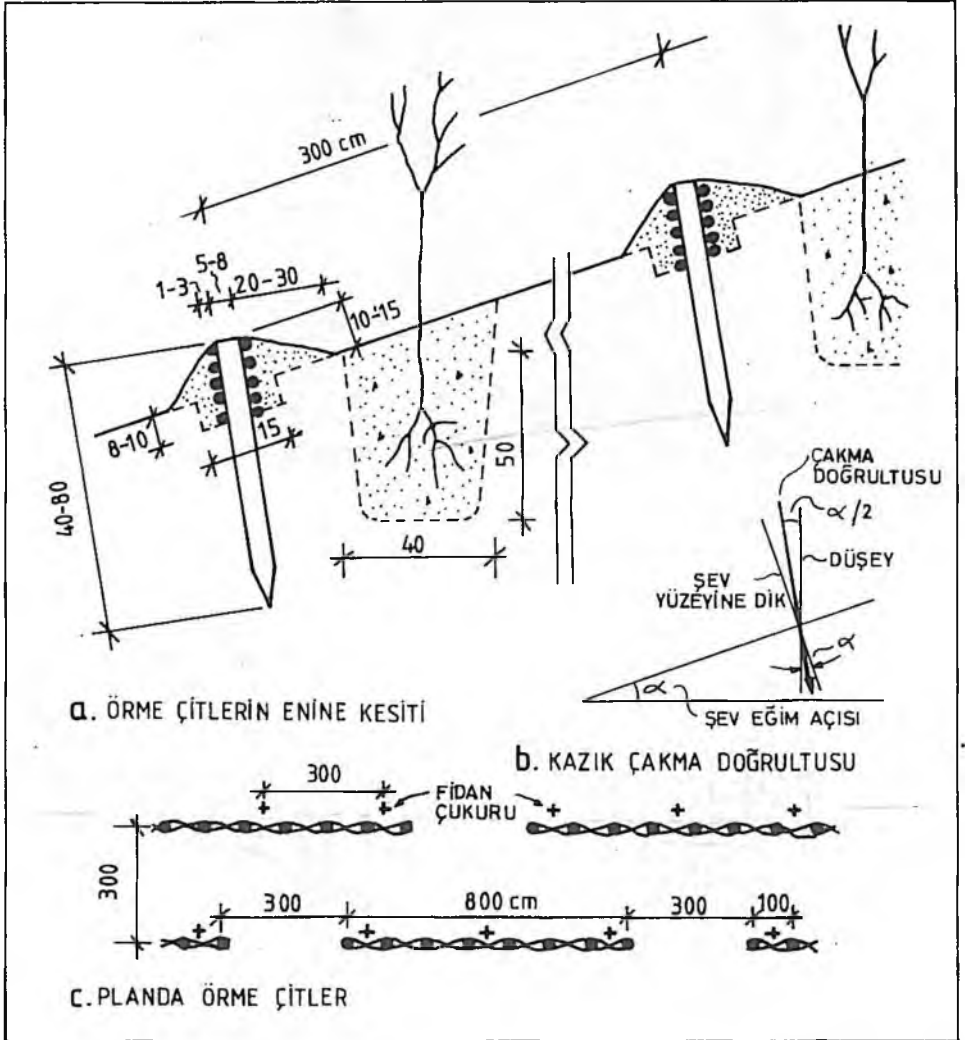
Resim 2 : Oyuntuların yok edilmesi.
Figure 2 : Annihilation of gullies



Şekil 2 : Oyuntuların yok edilmesi.
Figure 2 : Annihilation of gullies.

4.1. Erozyonun Önlenmesi

Şevlerde bulunan yüzeyel erozyon ve oyuntu erozyonuna karşı çalışmalara önce **oyuntu erozyonunu** durdurmak için başlanmıştır (Resim 2). UZUNSOY ve GÖRCELİOĞLU'na göre oyuntular, yüzeyel erozyon şiddetinin her yerde aynı olmamasından kaynaklanan ve yüzeyel akış sularını toplayarak akıtan, derinliğine erozyon ürünü çığırlardır (UZUNSOY/GÖRCELİOĞLU 1985). Kartaltepe'de oluşmuş bulunan oyuntular küçük ve orta büyüklüktedir. Bu oyuntulara karşı yok etme yöntemi uygulanmıştır.



Şekil 3 : Örme çit tesisinde gözetilen ilkeler.

Figure 3 : The essentials taken into consideration in establishment of wattle fences.

Bu amaçla oyuntu boyunca ortalama 5'er m aralıklarla örme çit yapılmıştır. 2-2,5 m boyunda ve 10-15 cm çapındaki kazıklar, 15-25 cm aralıklarla oyuntu eksenine dik doğrultuda, boy-larının yaklaşık 2/3'ü zemine girecek şekilde çakılmıştır. Kazıkların arası 2-3 cm çapındaki dallarla örülmüştür. Çitin hemen arkasına dal demetleri konmuş, oyuntu tabanı boyunca da dal artıkları se-rilmiştir. Daha sonra bu çitlerin arkaları ve bir bütün olarak ele alındığında oyuntu, dozerle toprak doldurularak kapatılmak suretiyle yok edilmiştir (Resim 2, Şekil 2).

İkinci olarak yüzeyel erozyonu önlemek için çalışmalara başlanmıştır. Önce arazi tırmık-la kabaca tesviye edilerek çizgi erozyonu izleri ortadan kaldırılmıştır. Sonra arazinin kısa sürede yeniden oyuntulaşma eğilimi göstermesi nedeniyle örme çit uygulanmıştır. Örme çitler ile hem yüzeyel stabilizasyon hem de yeşillendirme amaçlanmıştır.

Örme çitler, 5-8 cm çapında ve 40-80 cm uzunluğundaki meşe, gürgen ve kayın kazıkların-ın 1'er m aralıklarla toprağa çakılması ve aralarının kavak, söğüt gibi kolay köklenen ağaçların 1-3 cm çapında ve 2-3 m boyundaki dallarıyla örülmesi suretiyle yapılmıştır. Köklenmeyi hızlandırmak için dalların kalın uçlarının toprağa girmesine özen gösterilmiştir (Şekil 3a).

Çit kazıklarının çakılmasında TAVŞANOĞLU (1974)'nin belirttiği ilkelere uyulmuştur. Çit kazıkları düşey ya da şev yüzüne dik olarak değil, bu iki doğrultuyu, bir başka deyişle şevin eğim açısını ortalayacak şekilde çakılmıştır (Şekil-3b). Çünkü kazıklar düşey olarak çakıldıklarında diplerini yüzeyel sular oymakta ve devrilmelerine neden olmaktadır. Şeve dik olarak çakılırlarsa bu kez gevşek ve hareketli toprağın basıncıyla dışarıya itilerek zaman içinde yerlerinden sökül-mektedirler.

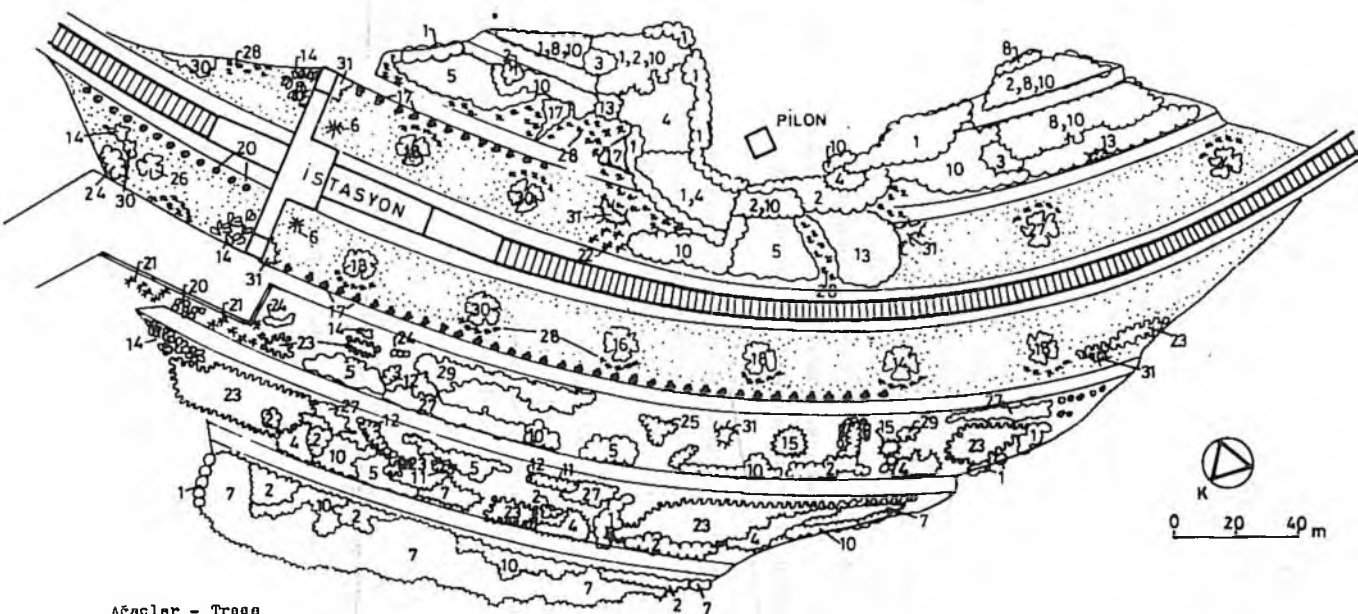
Kazıklar 10-15 cm'si dışarıda kalacak şekilde çakılmıştır. Kazıkların önünde ve arkasında zemin 8-10 cm derinliğinde açılmış, buradan itibaren kazığın ucuna kadar kolay köklenen kavak ve söğüt dallarıyla örülmüştür. Daha sonra çit ve çevresinde açılan kanal toprakla örtülmüştür (Şe-kil 3a).

Arazinin tamamı gevşek materyalden olduğundan, yüksek gerilim pilonunun alt kısmı hariç tam alanda örme çit uygulanmıştır. Sağ şevde üst parselde, eğimin fazla olması nedeniyle ya-tay devamlı, diğer parsellerde yatay kesik örme çit tesis edilmiştir. Kesik örme çitler 8 m uzunlukta ve 3 m mesafede uygulanmıştır. Gerek devamlı gerek kesik örme çitlerde 3 m aralık bırakılmış-tır (Şekil 3c).

Sol şevde, yüksek gerilim hattı pilonunun alt kısmında eğim oldukça fazla ve zemin daha kumlu ve gevşektir. Bu nedenle yamaç topuğu bir istinat duvarıyla desteklenmiştir. Ancak duvarın üstünden pilona kadar var olan eğim % 50'den fazladır. Bu bölümde örme çit uygulanmamıştır. Parsele 1-1,5 m genişliğinde, 1,5-2 m yatay aralıklarla 6 adet teras yapılmıştır (Resim 8).

4.2. Bitkilendirme

Bitki tür seçiminde mevcut iklim ve toprak koşullarına uygunluk temel alınmıştır. Arazide kuvvetli bir kuzeydoğu rüzgârı vardır. Yarın sonucunda organik madde içeren üst toprak tama-men kaldırıldığından geriye marnla ardalanan kumlu bir yapı kalmıştır. Yüzeye çıktığı yerlerde marnlı yapı fidan çukuru açılmasını zorlaştırmış, bu çukurlarda biriken yağmur sularının drenajını engellemiştir. Bu ekolojik koşullara uygun bitkiler arasında şev tahkimi ve çevre düzenleme ama-cına uygun türler seçilmiştir.



Ağaçlar - Trees

1. *Acer pseudoplatanus*
2. *Ailanthus glandulosa*
3. *Cedrus libani*
4. *Cupressus arizonica*
5. *Elaeagnus angustifolius*
6. *Picea abies*
7. *Pinus brutia*
8. *Pinus nigra*
9. *Populus nigra*
10. *Robinia pseudoacacia*
11. *Salix cinerea*
12. *Salix viminalis*

Çalılar - Shrubs

- | | |
|---|---|
| 13. <i>Amorpha fruticosa</i> | 23. <i>Ligustrum japonicum</i> |
| 14. <i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea' | 24. <i>Lonicera nitida</i> |
| 15. <i>Buddleia variabilis</i> | 25. <i>Philadelphus coronarius</i> |
| 16. <i>Cistus laurifolius</i> | 26. <i>Punica granatum</i> |
| 17. <i>Cydonia japonica</i> | 27. <i>Pyracantha coccinea</i> 'Lalandei' |
| 18. <i>Erica arborea</i> | 28. <i>Spartium junceum</i> |
| 19. <i>Euonymus japonica</i> | 29. <i>Spiraea flore</i> 'Alba pleno' |
| 20. <i>Hibiscus syriacus</i> | 30. <i>Symphoricarpos racemosus</i> |
| 21. <i>Lagerstroemia indica</i> 'Rosea' | 31. <i>Tamarix</i> sp. |
| 22. <i>Laurus nobilis</i> | |

Şekil 4 : Bikilendime Planı
Figure 4 : Planting Plan

Planlamada, estetik açıdan bakılarak boylu ve kaba dokulu ağaçlara Hızlı Tramvay hattından uzak üst parsellerde yer verilmiştir. Üst parsellerden hatta doğru boylarına göre ağaççık ve çalılar kullanılarak bir harmoni yaratılmaya çalışılmıştır. Yaya geçidi çevresinde renk, doku, form açısından estetik özellikler taşıyan çalı kitleleri oluşturulmuştur. Ayrıca yer örtücü olarak tramvay hattından itibaren sağlıklı sollu ilk parsellere çim, diğerlerine yonca ekilmesi planlanmıştır.

Planlamanın ana amacı şev tahkimi olarak saptandığından ve araziye rehabilitasyon süresince insan müdahalesinin önlenmesi gerektiğinden aktif rekreasyon, örneğin piknik amacına yönelik düzenlemelere yer verilmemiştir (Şekil 4).

Bitkilendirme, ağaçlandırma ve otlandırma olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

4.2.1. Ağaçlandırma

Ağaçlandırmada kullanılan ağaç ve çalılar arazinin ekolojik koşullarına ve şev tahkimine uygun, istekleri fazla olmayan türlerdir (Tablo 1). Yine de toprağın besin maddesi bakımından yoksul oluşu nedeniyle fidan çukurları en az 50 cm çap ve derinlikte açılarak iyi nitelikli dikim harcının fazla kullanılabilmesine olanak yaratılmış, dolayısıyla fidanın tutma olasılığı yükseltilmeye çalışılmıştır. Çukurlar örme çit kazıklarının arasına isabet edecek şekilde örme çitlerin 30-50 cm arkasına açılmıştır. Bazı çalı türleri dışında (ör. kurtbağrında 1 m) çoğunlukla 3 m dikim aralık ve mesafesi uygulanmıştır (Şekil 3c).

Kum üzerine rastlayan fidan çukurları kolay açılabilmiş ve drenaj problemi görülmemiştir. Mam üzerinde çukur açmak zor olmuş, ayrıca bu çukurlarda drenaj problemi görülmüştür. Fidanların durğun sudan zarar görmemesi için bu çukurlar saksı dibi deler gibi demir çubuklar yardımıyla delinerek, suyun altındaki kum tabakasına boşalması sağlanmıştır.

Çoğunlukla kaplı (topraklı) olan fidanların dikiminde funda toprağı, ahır gübresi ve arazinin kumlu toprağından oluşan harç kullanılmıştır.

Drenaj problemi nedeniyle, su sızıntısı olan yerlere söğüt (*Salix cinerea* ve *S. viminalis*) çelikleri dikilerek fazla suyun kontrol altına alınması amaçlanmıştır.

4.2.2. Otlandırma

Tramvay hattından sonraki ilk parsellere çim, daha yukarıdaki parsellere adi korunga (*Onobrychis sativa*), taş yoncasi (*Melilotus sp.*) ve kuş fiğı (*Vicia cracca*) ekilmiştir. Otlandırmada gerek yatak gerekse kapak olarak funda toprağı ahır gübresi ve arazinin kumlu toprağından elde edilen harç kullanılmıştır.

Bitkilendirme aşamasında arazi çitle çevrilmiş ve 24 saat bekçi korumasına alınmıştır. Ancak sulama şebekesinin kurulmamış olması sulamada sıkıntılar yaratmıştır.

Tankerler aracılığıyla arazi sulanmaya çalışılmış, ancak suyun yüksekte düşmesi ve debisinin toprağın sızma kapasitesini aşması nedeniyle yer yer yüzeysel akış görülmüştür. Bunun dışında şevlerin topuklarındaki beton drenaj hendeklerinin bitirilmemiş olması da tamamlama ekimleri yapılmasını gerektirmiştir.

5. ÇALIŞMALAR DAN SONRAKİ DURUM

Kartaltep'e'de şev tahkimi çalışmasının tamamlanıp firmaya teslim edildiği 15.7.1988 tarihinden günümüze kadar altı yıl geçmiştir. Anılan tarihten kısa bir süre sonra arazi Anakent belediyesine devredilmiştir. Bu tarihten sonra ise istasyonun yakın çevresi dışında arazinin kaderine terk edildiği, sulama, koruma ve bakımın ihmal edildiği anlaşılmaktadır. 1993 yılında ise Bayrampaşa

Tablo 1 : Kartaltepe Hızlı Tramvay İstasyonu İçin Kullanılan Bitkiler ve Varlıklarını Sürdüren Bitki Türleri
Table 1 : The Plants Used for Kartaltepe Station of LRTS and Existing Species

		Mevcut Bitkiler Existing Plants	
		Adet	%
<u>Ağaçlar-Trees</u>			
1. <i>Acer pseudoplatanus</i>	Çınar yapraklı akçaağaç	–	–
2. <i>Ailanthus glandulosa</i>	Kokarağaç	2	–
3. <i>Cedrus libani</i>	Toros sediri	–	–
4. <i>Cupressus arizonica</i>	Arizona servisi	30	5
5. <i>Elaeagnus angustifolia</i>	Kuş iğdesi	8	2
6. <i>Picea abies</i>	Ladin	1	–
7. <i>Pinus brutia</i>	Kızılçam	2	–
8. <i>Pinus nigra</i>	Karaçam	–	–
9. <i>Populus nigra</i>	Kara kavak	67	11
10. <i>Robinia pseudoacacia</i>	Yalancı akasya	106	18
11. <i>Salix cinerea</i>	Boz söğüt	38	6
12. <i>Salix viminalis</i>	Sepetçi söğütü	34	6
<u>Ağacık ve Çalılar-Shrubs</u>			
13. <i>Amorpha fruticosa</i>	Yalancı çivit	30	5
14. <i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea'	Kırmızı berberis	–	–
15. <i>Buddleia variabilis</i>	Kelebek çalısı	–	–
16. <i>Cistus laurifolius</i>	Defne yapraklı laden	–	–
17. <i>Cydonia japonica</i>	Japon ayvası	–	–
18. <i>Erica arborea</i>	Funda	–	–
19. <i>Euonymus japonica</i>	Taflan	–	–
20. <i>Hibiscus syriacus</i>	Ağaç hatmi	–	–
21. <i>Lagerstroemia indica</i> 'Rosea'	Oya	–	–
22. <i>Laurus nobilis</i>	Defne	20	3
23. <i>Ligustrum japonicum</i>	Kurtbağrı	39	7
24. <i>Lonicera nitida</i>	Hanımeli	–	–
25. <i>Philadelphus coronarius</i>	Filbahri	–	–
26. <i>Punica granatum</i>	Çiçek narı	–	–
27. <i>Pyracantha coccinea</i> 'Lalandei'	Ateş dikeni	12	2
28. <i>Spartium junceum</i>	Katırtumağı	200	34
29. <i>Spiraea flore</i> 'alba pleno'	İspirya	–	–
30. <i>Symphoricarpos racematus</i>	İnci	–	–
31. <i>Tamarix sp.</i>	Ilgın	5	1
		TOPLAM-Total	594
			100
<u>Yer örtücüleri-Ground covers</u>			
32. <i>Agrostis tenuis</i>	Çim (tavus)		
33. <i>Festuca rubra rubra</i>	Çim (koyunyumağı)		
34. <i>Lolium italicum</i>	İtalyan çimi		
35. <i>Lolium perenne</i>	İngiliz çimi		
36. <i>Melilotus sp.</i>	Taş yoncası		
37. <i>Onobrychis sativa</i>	Adi korunga		
38. <i>Vicia cracca</i>	Kuş fiği		



Resim 3,4 : Tahrip edilmiş servi (*Cupressus arizonica*)
Figure 3,4 : Destroyed cypress (*Cupressus arizonica*) plants

Belediyesi tarafından piknik alanı ilan edilerek çitlerin de kısmen sökülmesiyle arazi tamamen tahribe açık hale getirilmiştir.

Bütün bu olumsuz koşullara karşın Kartaltepe İstasyonu'nda erozyonun önleendiği görülmüştür. Örne çitler kendisinden beklenen fonksiyonu yerine getirmiş, toprağı yerinde tutmuştur.

Ağaçlandırma yaklaşık olarak 10000 ağaç ve çalı fidanı kullanılmıştır. Bugün yaşayan bireylerin sayısı ise 594'dür (Tablo 1). Bu sayıda örme çitlerden gelişen kavak ve söğütler ile çeliklerden gelişen söğütleri çıkararak elde edeceğimiz 455 adet bitki, dikilen bitki sayısının % 5'idir. Mevcut bitki sayısının bu kadar düşük oluşunun temel nedenlerinden biri sulamanın ihmal edilmesi ise diğeri korumanın olmayışı veya başka bir ifadeyle tahribin yoğun olmasıdır (Resim 3,4,5,6).

Arazideki mevcut ağaç ve çalıların % 34'ünü katırtırnağı, % 18'ini yalancı akasya, % 12'sini söğüt (sepetçi söğütü ve boz söğüt) % 11'ini kara kavak, % 7'sini kurtbağı, % 5'ini Arizona servisi ve % 5'ini yalancı çivit oluşturmaktadır (Tablo 1, Şekil 5).

Yer örtücülerden çim yok olmuştur. Adi korunga, taş yoncası ve kuş fiği gerek ekildikleri parsellerde, gerekse çim ekilen parsellerde geniş alanlar kaplamaktadır.

Leguminosae familyasına dahil olan katırtırnağı, yalancı akasya, yalancı çivit sayılarının toplamının mevcut bitkilere oranı % 57'ye ulaşmaktadır. Ayrıca mevcut yer örtücüler de bu familyadandır. Bir başka deyişle Leguminosae familyasına ait türler gerek bakımsızlığa, gerekse tahribata dayanmışlardır. Yer örtücüler iş üretkenlikleriyle ekildikleri parsellerin dışında yayılabilmişlerdir.

Salicaceae familyasına dahil olan söğüt ve kavakların oranı ise % 23'e ulaşmaktadır. Kavakların tümü ile söğütlerin bir kısmı örme çitlerden gelişmiştir. Söğütlerin diğeleri ise su sızıntısı olan yerlere dikilen çeliklerden gelişmiştir. Özellikle kavak ağaçlarında görülen aşırı tahribata rağmen kavak, yaralanmalara büyük dayanıklılık göstermiş ve 27 cm göğüs çapı ile 5-6 m boya sahip halkın altında piknik yapabildiği ağaçlar haline gelmiştir (Resim 7). Yaralanmaya karşı dayanıklılıkları nedeniyle yapraklı türlerin mevcut bitki sayısına oranı % 90'ı aşmaktadır.

Süs bitkilerinin hemen tamamı alandan yok olmuştur. Var olanlar (örneğin ladin, ılgın) ise istasyonun yakın çevresindeki istasyona yönelik korumadan yararlanmışlardır.

Kokarağaç, kızılçam, karaçam, kuş iğdesi, ılgın gibi fakir topraklara ve kuraklığa dayanıklı türlerin sahadan kaybolmasını ağırlıklı olarak tahribata bağlamak gerekmektedir (Resim 3,4,5,6). Defne ise varlığını fazla boylanmamasına ve kuytu bir noktada bulunmasına borçludur.

Plansız kentleşme ve yakın çevrede benzeri bir yeşil alan bulunmaması nedeniyle Kartaltepe, çevre halkı tarafından gezi ve piknik yeri olarak kullanılmaktadır. Oysa şev tahkimi çalışmalarının temel ilkeleri bakımından alanın koruma altında geçecek bir rehabilitasyon dönemine ihtiyacı vardır. Bakım ve koruma çalışmalarının olmayışından dolayı rehabilitasyon dönemi bitmemiş, buna rağmen alan Bayrampaşa Belediyesi tarafından piknik yeri olarak ilan edilmiştir (Resim 9). Bu şekilde toprağın sıkışması ve yer örtücülerin toprağı koruma işlevinin engellenmesi zararlarına bir de toplanmayan çöplerin verdiği zarar eklenmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İstanbul Hızlı Tramvay Kartaltepe İstasyonu çevresindeki şevlerde görülen erozyona karşı şev tahkimi çalışmasının proje ve uygulaması İ.Ü. Orman Fakültesi tarafından yapılmıştır. Çalışmanın bitirildiği 1988 yılından günümüze kadar geçen altı yılın sonunda elde edilen sonuçlar ve öneriler şöyle sıralanabilir:

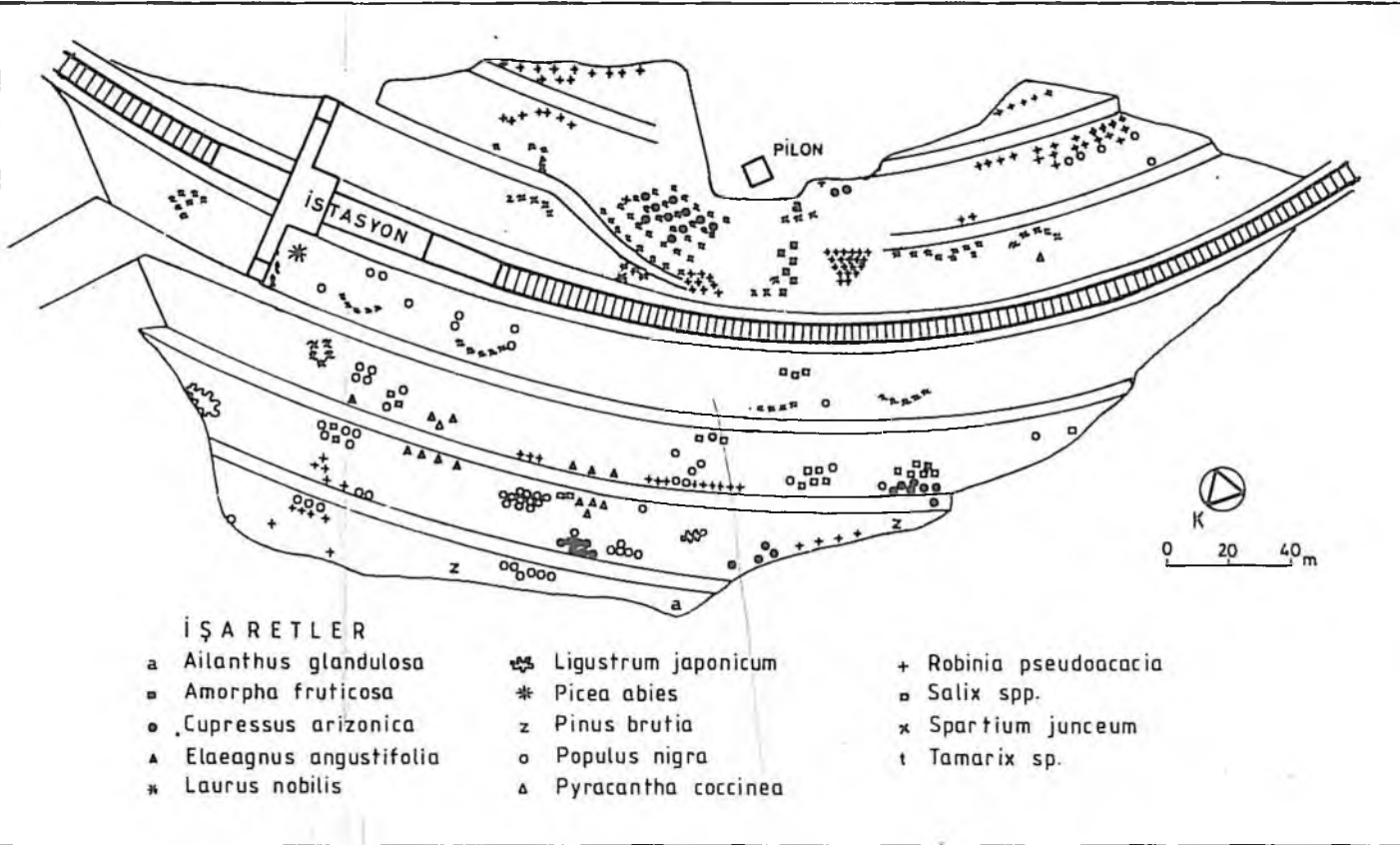
1. Şevlerde görülen yüzey ve oyuntu erozyonu önlemiştir. Erozyonun önlenmesi amacıyla uygulanan örme çitler başarılı olmuştur. Yer örtücü olarak kullanılan çim (*Agrostis tenuis*, *Festuca*



Resim 5 : Tahrip edilmiş kokarağaç (*Ailanthus glandulosa*)
Figure 5 : Destroyed chinese sumac (*Ailanthus glandulosa*) plant



Resim 6 : Tahrip edilmiş kavak (*Populus nigra*) fidanları
Figure 6 : Destroyed poplar (*Populus nigra*) plants



Şekil 5 : Mevcut bitkiler
Figure 5 : Existing plants



Resim 7 : Kartaltepe'de sağ şevde örme çitlerden gelişen kavak ağaçları ve piknik yapan insanlar.
Figure 7 : The poplars grown up from wattle fences and people who make picnic on right slope of Kartaltepe



Resim 8 : Kartaltepe'de sol şevde katırtımağından oluşan grup
Figure 8 : A group of broom at left slope of Kartaltepe



Resim 9 : Kartaltepe istasyonu
Figure 9 : Kartaltepe station

ca rubra rubra, *Lolium italicum*, *Lolium perenne*), adi korunga (*Onobrychis sativa*), taş yoncası (*Melilotus sp.*) ve kuş ığı (*Vicia cracca*) ekiminden çim hariç başarı sağlanmıştır. Çimdeki başarısızlık, tesis edildikten sonra bakım, sulama ve korumanın yapılmamasından kaynaklanmaktadır.

2. Şevlerin tahkimi için dikilen ağaçlarda başarı oranları % 5-10 arasındadır.
3. Örne çit tesisinde kullanılan kavak ve söğüt dalları bol sürgün vermiştir. Sürgünlerin kırılması şeklindeki ağır tahribata karşı bu sürgünlerden gelişen bireyler 5-6 m boya ve 25-30 cm göğüs çapına ulaşmıştır. Örne çit ve çeliklerden gelişen karakavak ve söğütler mevcut ağaç varlığının % 23'ünü oluşturmaktadır. Mevcut ağaç türlerinin toplam ağaç sayısına oranları ise: yalancı akasya (*Robinia pseudouacacia*) % 18, servi (*Cupressus arizonica*) % 5, yalancı çivit (*Amorpha fruticosa*) % 5'tir.
4. Kartaltepe'de kullanılan çalılarda en yüksek başarı oranı % 34 ile katırtınağı (*Spartium junceum*)'ndadır. Daha sonra % 7 ile kurtbağrı (*Ligustrum japonicum*) gelmektedir. Diğer çalı türleri alandan tamamen yok olmuştur. Bu çalıkların varlığını koruyabilmesine gerekçe olarak tahribe dayanıklı olmaları ve diğer türler kadar albenili olmayışları gösterilebilir.
5. Kartaltepe'de kullanılan ağaç ve çalılardan Baklagiller (*Leguminosae*) familyasına ait olan katırtınağı (*Spartium junceum*), yalancı akasya (*Robinia pseudouacacia*) ve yalancı çivit (*Amorpha fruticosa*)'ın toplam sayısı mevcut bitkilerin % 57'sidir. Ayrıca mevcut yer örtücüler adı korunga (*Onobrychis sativa*), taş yoncası (*Melilotus sp.*) ve kuş ığı (*Vicia cracca*) da Baklagiller'dendir.

6. 1988 fiyatlarıyla 110 milyon TL harcanarak şev tahkimi çalışması yapılan Kartaltepe'nin kaderine terkedilmesi bilim dışı bir davranıştır. Tahribatın bu hızla sürmesi alanı eski haline döndürecektir. Bu nedenle koruma tekrar başlatılmalı, sulama şebekesine işlerlik kazandırılmalı, bakım ve tamamlamaya önem verilmelidir.

7. Şev tahkimi çalışmalarında nihai amaç alanı ağaç örtüsüne kavuşturmadır. Kartaltepe'de bu nedenle ağaçlandırmaya hız verilmeli, bu amaçla bugüne kadar yüksek başarı göstermiş olan türler özellikle de yapraklılar kullanılmalıdır.

THE RESULTS OF SLOPE STABILIZATION WORKS AT THE KARTALTEPE STATION OF ISTANBUL LIGHT RAPID TRANSIT SYSTEM (LRTS)

Y. Doç. Dr. Hüseyin E. ÇELİK

Abstract

Slope stabilization works of Istanbul LRTS Kartaltepe station are projected and practised by Forestry Faculty of Istanbul University in 1988.

Practise principles of project are explained and as to evaluation six years later from works, results are positive in general.

SUMMARY

Kartaltepe LRTS station is located in Bayrampaşa district of Istanbul province in northwestern Turkey (Map 1). Station area has been obtained by excavation of Kartaltepe hill (85 m) in depths of 0-25 metres (Figure 1). Erosion control works on the excavated slopes that were projected and practised by Forestry Faculty of Istanbul University have been completed in 1988. The situation has been evaluated at the end of six years from that time.

Vegetation and top soil have been removed during excavations and the parent material -in the form of alternating sand and marl- has been exposed in Kartaltepe. As a result, surface and gully erosion have come forth.

Works were classified in two groups: erosion control and revegetation. Control works were started with wattle fences in gullies (Figure 2). After the installation of wattle fences, gullies have been covered by soil (Figure 2). Then land has been graded roughly and for surface stabilization, wattle fences have been installed on the slopes using species such as willow and poplar which will root easily (Figure 3).

Six years later from the completion of works, wattle fences, poplars and willows - which have developed from wattle fences- and ground covers have controlled the erosion.

Ninety per cent of the plantation have left the area because of the negligence of irrigation, protection and maintenance.

The ratios of some existing plants to total plants are: broom (*Spartium junceum*) 34 %, locust acacia (*Robinia pseudoacacia*) 18 %, poplar (*Populus nigra*) 11 %, willow (*Salix cinerea* and *S. viminalis*) 12 % (Table I). Ground covers (*Melilotus sp.*, *Onobrychis sativa* and *Vicia crac-*

ca) are succesful but grass has left the area. Locust acacia, broom, wild indigo (*Amorpha fruticosa*) that form 57 % of the existing plants and ground covers are species of the *Leguminosae* family. Another family that is represented by poplar and willow is *Salicaceae* and forms 23 % of the existing plants.

KAYNAKLAR

DMI, 1974: *Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteoroloji Bülteni*, Ankara.

HIZAL, A.; ŞENGÖNÜL, K. 1988: *Istanbul Kartaltepe Hafif Metro İstasyonu'nun Yakın Çevresinde Erozyon Önleme Çalışmalarında Alınması Gereken Kültürel Önlemler*. Yayınlanmamış Rapor, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul.

IZBIRAK, R., 1964: *Coğrafya Terimleri Sözlüğü*, Doğu Matbaası, Ankara.

KURTER, A.; BENER, M., 1963: *Istanbul ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisine Ait İlk Not*. İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü Dergisi, Sayı 13, İstanbul.

TAVŞANOĞLU, F. 1974: *Sel Yataklarının Tahkimi*, İ.Ü. Yayın No. 1972, Orman Fakültesi Yayın No. 203, İstanbul.

ULUOCAK, N., 1984: *II. Baklagiller*, İ.Ü. Yayın No. 3198, Orman Fakültesi Yayın No. 358, İstanbul.

ULUSAY, R., 1982: *Şev Stabilite Analizlerinde Kullanılan Pratik Yöntemler ve Jeoteknik Çalışmalar*. MTA Eğitim Serisi No. 25, Ankara.

UMAR, F.; TAYLA, N., 1981: *Yol İnşaatı*. İTÜ Kütüphanesi, Sayı 1204, İstanbul.

UZUNSOY, O.; GÖRCELİOĞLU, E., 1985: *Hava İslahında Temel İlke ve Uygulamalar*. İ.Ü. Yayın No. 3310, Orman Fakültesi Yayın No. 371, İstanbul.



BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİMİN ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİNDE UYGULANMASI¹⁾

Öğr. Gör. Dr. K. Hüseyin KOÇ²⁾

Kısa Özet

Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim, orman ürünleri endüstrisinde uygulanmıştır. Bu amaçla, AUTOCAD, PHYTIA, QSB, LOTUS gibi yazılımlar, CNC tezgâhlar ve matematiksel optimizasyon teknikleri kullanılmıştır. Uygulama sonucunda, levha kesiminde % 15-20'lerde seyreden fire oranı % 6'ya düşerek ortalama 3 kat azalırken, kesim işlemi zamanı klasik yöntemle işleme zamanına göre 25 kat, delik delme için ihtiyaç duyulan işlem zamanı da 4.4 kat azalmaktadır. Araştırma ile, üretimde bilgisayar desteğinin doğrudan ya da işletmenin finansal gücü dikkate alınarak aşamalı bir şekilde sağlanabileceği ve uygulamanın endüstride önemli bir rasyonalizasyon sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

1. GİRİŞ

Hızla kalkınmaya ve gelişmeye çalışan Türkiye'de, bu çabaların itici gücü, mevcut endüstri kuruluşlarının teknolojik gelişimi yakalamaları ile sağlanabilir. Özellikle, Avrupa Ekonomik Topluluğu'na katılma çabaları doğrultusunda Türkiye'deki tüm endüstri dalları için teknolojik gelişimi yakalamak hayati bir önem taşımaktadır.

Teknolojik gelişimle beraber, matematiksel optimizasyon teknikleri ile bütünleşen, modern yönetim ve üretim teknikleri işletmelere hızla yerleşmektedir. Bu nedenle, işletmelerin yoğun rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmeleri bilgisayarı ve optimizasyon tekniklerini bir araç olarak kullanarak teknolojik gelişimi yakalamalarına bağlıdır.

Bugün, sayısal yöntemlerde, elektronik ve teknoloji dünyasındaki sağlanan gelişmelerin doğal bir sonucu olarak, endüstriyel üretim tekniklerinde köklü değişimler olmakta ve bilgisayarlar üretimin hemen her aşamasında devreye girmektedir. Bu gelişmeler karşısında, işletmelerin mevcut geleneksel üretim tekniklerini gözden geçirmeleri ve bilgisayarla bütünleşik yeni üretim tekniklerine yönelmeleri kaçınılmaz olmuştur.

1) İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Sayısal Yöntemler Bilim Dalı'nda Hazırlanmış Doktora Tezi Özeti'dir.

2) İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Endüstrisi, Makinalar ve İşletme Anabilim Dalı.

2. ARAŞTIRMANIN AMACI, KAPSAMI VE YÖNTEMİ

Araştırmanın Amacı: Bilgisayarla bütünlük üretim sistemlerinin yapısını inceleyerek, bilgisayar ve sayısal tekniklerle bütünlük bu sistemleri Orman Ürünleri Endüstrisi'nde uygulamaktır. Araştırmada, bilgisayar destekli üretim geniş anlamda, bilgisayarla bütünlük üretim anlamında kullanılmaktadır.

Araştırmanın Kapsamı: Genelde tüm işletmelere yönelik olmakla beraber, özel bir uygulama alanı olarak Orman Ürünleri endüstrisi içinde önemli bir yere sahip olan Mobilya endüstrisi ele alınmış ve kabin tipi mobilya üretiminin üretimde darboğaz oluşturan temel aşamalarında uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Bu aşamalar tasarım, leva kesimi (boyutlandırma) ve delik delme-yuva açma faaliyetlerinden oluşmaktadır. Çalışma amacına uygun olarak bu endüstri dalında belirlenen örnek işletmelerde mobilya üretiminin temel adımları gerçekleştirilmiştir. Uygun işletmeler olarak; KELEBEK Mobilya, TEKAĞAÇ San. Tic. A.Ş. ve KOLLEKSİYON Mobilya, O.D.T.Ü. CAD/CAM Merkezi ve ORARUM Atölyesi seçilmiştir.

Araştırma Yöntemi: Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) ve Bilgisayar Destekli Üretim (CAM) sisteminden oluşan Bilgisayarla Bütünlük Üretim (CIM) sistemidir. CAD ve CAM sistemleri bir bütünlük oluşturacak yaklaşımlarla uygulanmıştır. Bu amaçla, PC üzerinde uygulanabilen bir CAD sistemi olan AUTOCAD yazılımı, bilgisayar kontrollü (CNC) tezgâhlar ve PHYTIA, LOTUS, QSB, STORM gibi çeşitli yazılımlar ve optimizasyon teknikleri kullanılmıştır.

Araştırmada, öncelikle CAD/CAM sisteminin yapısı incelenerek, bilgisayar destekli üretim konusundaki teknolojik gelişmeler ile bunların orman ürünleri endüstrisine yansımaları araştırılmıştır. Uygulamanın gerçekleştirilmesine kabin tipi mobilya üretiminde ana problemlerin belirlenmesi ile başlanmış ve AUTOCAD sistemi ile kabin tipi bir mutfak takımının üretime yönelik olarak tasarımı gerçekleştirilmiştir. CAD sistemi ile yapıları ayrıntılı olarak ortaya konan ürün parçaları, gerekli analizlerden sonra, bir CAM uygulaması olarak bilgisayar kontrollü tezgâhlarda üretilmiştir. Dolaylı bir CAM uygulaması olarak kabin tipi mobilya üretiminde ortaya çıkan kesim problemi matematiksel bir yaklaşımla PHYTIA adlı yazılımla optimize edilmiştir. CNC tezgâhda ve PC üzerinde bulunan sonuçlar QSB adlı program desteği ile matematiksel bir model üzerinde optimallik kontrolünden geçirilmiştir. Ayrıca kesim problemine LOTUS benzeri programlar desteği ile alternatif çözüm yolları önerilmiştir. PC üzerinde yürütülen uygulamaların amacı, finansal açıdan zayıf işletmeler için bilgisayar destekli üretim sistemlerine geçmede alternatif çözüm yolları geliştirmektir.

3. YÖNTEME İLİŞKİN GENEL BİLGİLER

3.1. Bilgisayar Destekli Üretim Kavramı ve Üretim Sistemleri

Bilgisayar destekli üretim, üretimin tüm aşamalarının bilgisayar desteği ile yönlendirilmesi ve kontrol altında tutulması olarak tanımlanabilir. Burada, üretim ile ilgili işlevler; tasarım, mühendislik, imalat, üretim programlaması, stok kontrolü, kalite kontrolü, bakım programlaması, malzeme kullanımı, finans ve muhasebe vb. gibi faaliyetlerdir. Bu faaliyetlerin bilgisayar desteği ile yürütülmesi sonucunda ise, üretim artışı ile birlikte kalitenin yükselmesi, maliyetlerin düşmesi, verimliliğin artması ve sonuçta, özetle tüm üretim faaliyetlerinin optimize edilmesi hedeflenmektedir.

Bilgisayar destekli üretim, literatürde CAD/CAM veya CIMS olarak bilinir. CAD; "Computer Aided Design" olarak bilinen bilgisayar destekli tasarım, CAM; "Computer Aided Manufacturing" olarak bilinen bilgisayar destekli üretim anlamındadır. CAD ve CAM'in entegre olduğu sistemlere de CIMS (Computer Integrated Manufacturing Systems), yani bilgisayarlarla bütünlük üretim sistemleri denilmektedir.

Çeşitli şekillerde sınıflandırılabilen üretim sistemlerini, geleneksel ve modern sistemler olarak iki ana gruba ayırabiliriz. Geleneksel sistemler: sipariş türü, akış tipi, proje tipi ve sürekli

proses tipi üretim sistemleridir. Modern sistemler ise, grup teknolojisi, hücreli imalat ve bilgisayar destekli üretim sistemi olarak incelenebilir. Modern sistemler, geleneksel üretim sistemlerinin sakıncalarını ortadan kaldırıp, yararlarını arttıracak bir yaklaşımla oluşturulmaktadır. Esneklik ve otomasyon bu sistemlerin kilit iki kavramıdır. Geleneksel sistemlerden atölye tipi üretim, esnekliğe, akış tipi üretim ise otomasyona çok yakındır (TANYAŞ 1992).

Üretim sistemlerinin gelişimini etkileyen en önemli faktörlerin başında teknolojik gelişim gelmektedir. 1950'lerden sonra üretim sistemlerinde verimliliği esas alan, grup teknolojisi esaslı yaklaşımlara paralel olarak sayısal sistemler, elektronik ve bilgisayar dünyasında sağlanan olağanüstü gelişmeler, üretimde NC ve CNC tezgâhlar dönemini başlatmıştır. Bugün, bu teknolojik gelişmeler hızla yaygınlaşmakta ve geleneksel sistemler yerini hızla bilgisayar destekli üretim sistemlerine bırakmaktadır. Bu sistemlerden en yaygın kullanılanı Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD), Kaynak Planlama (MRP-II), Bilgisayar Destekli Mühendislik (CAE), Bilgisayar Destekli Üretim (CAM) ve CNC sistemleridir. Araştırmalar, ileri teknoloji kullanan işletmelerin % 93'ünün CAD sistemini ve % 61'inin de CAM sistemini kullandığını göstermektedir (YOUSSEF 1992).

3.2. Bilgisayar Destekli Üretim ve Fonksiyonel Adımları

Bilgisayar destekli üretime bir sistem yaklaşımı çerçevesinde bakıldığında, tasarım, planlama ve üretim gibi alt sistemlerden oluştuğu görülmektedir (HANDKE 1986). Bu alt sistemlerde, kendi aralarında, Şekil-1'de görüldüğü gibi, çeşitli bileşenlere ayrılmaktadır. Bu sistemlerde ürünler, bilgisayar desteği ile tasarlanmakta, gerekli konstrüksiyon hesaplamaları ve analizlerden sonra, üretim için gerekli planlar ve çalışma programları oluşturulmakta ve sonuçta yine bilgisayar desteği ile CNC tezgâhlarda üretilmektedir.

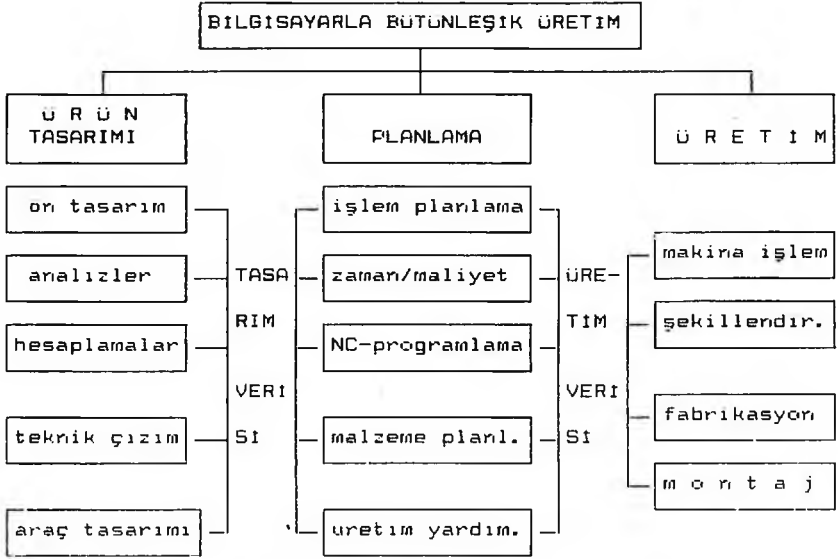
Bilgisayar destekli üretim sistemlerinde (CAD/CAM) gerçekleşen fonksiyonel adımlar Şekil-2'deki gibi gösterilebilir. Burada, yeni bir ürün tasarlanabileceği gibi, mevcut bir ürün üzerinde ihtiyaç duyulan değişiklikler de yapılabilir. Bundan sonra ürünün eldesi için gerekli modelleme aşamasına geçilir. Modelleme ICEM, DUCT vb. gibi CAD/CAM sistemleri ile ürün ve ürün parçalarına ait tüm yüzeyler tanımlanacak şekilde gerçekleştirilir. Bu aşamadan sonra, yüzeyleri üretilebilmek için gerekli makina işlem yolu belirlenir. Bunu, ürünün koordinatlarını, takımı ve hareketleri tanımlayan programın oluşturulması izler. Bu program CNC tezgâhın anlayabileceği kodlara (genelde G kodlarına) döktülür. Son adım, parçanın üretimi için CNC tezgâha gerekli emri vermektir.

Bugün, Şekil-2'de şematize edilen fonksiyonel adımların birçoğu oluşturulan büyük programlar aracılığıyla birarada gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin, makine işlem yolunun bulunması, programlama ve programın G kodlarına dönüştürülmesi aynı sistemde gerçekleştirilebilmekte, yüzeyi modellenen bir parça, doğrudan CNC tezgâha aktarılarak üretilmektedir.

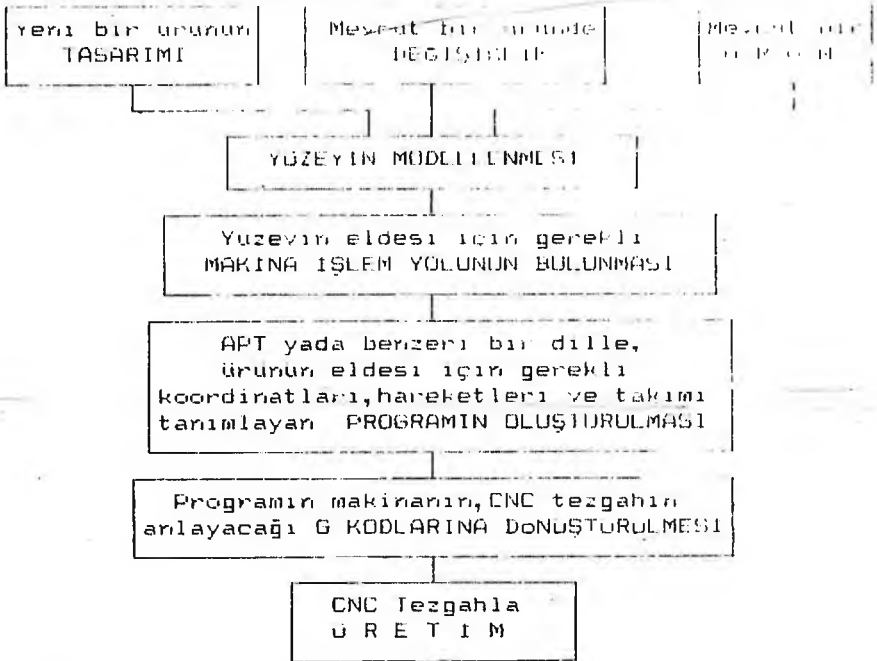
CAD/CAM sisteminin uygulanmasında ihtiyaç duyulan fonksiyonel adımlardan esas olanı iki ana başlıkla karakterize edilebilir. Bunlar; ürüne ait yüzey modelinin oluşturulması ve yüzeyin eldesi için gerekli makina işlem yolunun bulunmasıdır (LEE ve Diğ., 1990). Üretim somut olarak bu iki adımda düşümlenmekte, diğer adımlar bu iki adımı bütünlükte ve CAD sistemi ile CAM sistemi arasında bağlantıyı sağlamaktadır.

3.2.1. Ürüne Ait Yüzey Modelinin Oluşturulması

CAD/CAM uygulamalarında, genelde, önce ürüne ilişkin tam boyutlu bir yapı oluşturulur. Sonra bu, bir koordinat ölçme makinasında sayısallaştırılır. Sayısallaştırma sonucunda ölçülen veriler uygun şekilde düzenlenerek yüzeyin modelini temsil edecek bir parametrik yüzey elde edilir. Bu konuda Rogers ve Adams (1976), Faux ve Pratt (1979), Back, Farouki, Hinds (1986)'in çalışmaları vardır (LEE ve Diğ. 1990).



Şekil 1 : Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sistemi
Figure 1 : Computer Integrated Manufacturing System



Şekil 2 : CAD/CAM Sisteminde Fonksiyonel İşlem Adımları *)
Figure 2 : Functional process used in CAD/CAM system.

*) O.D.T.Ü. CAD/CAM Merkezinde Gerçekleştirilen Uygulama Çalışmalarından Yararlanılarak Düzenlenmiştir.

Parametrik yüzeylerin, CAD tekniklerinden yararlanılarak eldesi oldukça kolaydır. Ancak, matematiksel bir ifadenin işlenen bir yüzeye tam olarak benzetilmesi çok zordur. Burada daha çok, gerçek yüzeye eşdeğer bir parametrik yüzey elde etmek için, parçalardaki detaylı veri noktaları ölçülür ve yüzeyin bu veri noktalarına uygun olması sağlanır. Yüzey modelinin oluşturulmasında, en küçük kareler yöntemi (EKKY)'nden yararlanılmaktadır. EKKY yardımıyla üç boyutlu (3D) koordinat ölçme makinasından söz konusu ürüne ilişkin elde edilen veriler uygun şekilde biraraya getirilerek en uygun parametrik yüzey oluşturulabilmektedir.

3.2.2. Makina İşlem Yolunun Belirlenmesi

Yüzey modelinin eldesinden sonra parçanın üretimi için gerekli makina-işlem yolu bulunur. Burada makinanın izleyeceği yol ürünün şekillenmesini ve uygun toleranslarla üretilmesini belirleyen temel adımdır. Makina-işlem yolunun belirlenmesine yönelik, takım kılavuzlama, kartezyen makinalama, parametrik makinalama ve adaptif yol planlama gibi çeşitli yaklaşımlar vardır (LEE ve Diğ., 1990).

Takım kılavuzlama yöntemi, parça yüzeyini ve sürtücü yüzeyini tanımlayan ve APT olarak bilinen takım yolu generasyonu esaslı bir yöntemdir. Yöntemin esası, kesicinin tek bir yönde hareket etmesi ve herbir durma noktasında pozisyonu belirlemek için iteratif sayısal araştırmalar yapmasıdır. İteratif hesaplamaların zaman alması ve bileşik yüzeylerin işlenmesindeki kararsızlık yöntemin dezavantajıdır. **Kartezyen makinalama yöntemi**, parça yüzeyi ve paralel bölümlenen bir düzlemler dizisi arasında arakesit eğrileri bulan bir yöntemdir. Yöntem yüzey arakesitleri için büyük sayısal hesaplamalara ve zamana ihtiyaç duyar. **Parametrik makinalama yöntemi** ise, parametrik yüzeyler için uygun olan takım yolunu parametrik uzayda tanımlar (LONEY/ÖZSOY 1987).

Bu yöntemlerden bir ve ikincisinde, yüzey arakesit problemini çözmeye ihtiyacı duyulur. Bu da daha fazla zaman harcanmasını gerektirir. Eğer yüzey uygun formda ise, takım yolunun parametrik yöntemle bulunması en basit yöntemdir. Yaygın olarak kullanılan parametrik yöntemlerden birisi "izoparametrik stepsiz" yöntemidir. Yöntem kesici yolu sabit adımlarla arttırarak bulur (LONEY/ÖZSOY 1987).

Adaptif Yol Planlama, geleneksel planlama yöntemlerinin sakıncalarını ortadan kaldırmak amacı ile geliştirilmiştir. Burada, herbir parça için diğer parçalardan bağımsız olarak parça parça takım yolu ortaya konur. Yöntem eski yöntemlere göre % 25 zaman tasarrufu sağlamaktadır (LONEY ve Diğ., 1990).

3.3. Bilgisayar Destekli Tasarım Sistemi

Bilgisayar Destekli Tasarım, literatürde CAD (Computer Aided Design) olarak bilinir. Genel olarak, bir mühendislik tasarımının yaratılması, değiştirilmesi ya da döküman haline getirilmesinde etkili bilgisayar kullanımını içeren bir tasarım faaliyeti olarak tanımlanır. CAD, birbirleriyle ilişkili bir bilgisayar grafik sistemi içermekte ve üretime iyi bir şekilde destek olmayı hedeflemektedir (GROOVER 1989).

CAD sistemini oluşturan temel bileşenler; bilgisayarlar, yazılımlar, mikro işlemciler, monitör, çizici ya da yazıcı, mouse ve sayısallaştırıcı gibi yardımcı araçlardan oluşur. Bilgisayar sektöründe yaşanan olağanüstü gelişmeler CAD sisteminin daha da gelişmesine fırsat yaratmıştır. Bilgisayar destekli tasarım sisteminin kullanımını gerekli kılan ve hızla yaygınlaşmasını sağlayan nedenler; "tasarımcının verimliliğini yükseltmesi, tasarım kalitesinin ve dökümantasyonunun iyileşmesi, ve imalat veri tabanı (ürün kütüphanesi) yaratması"dır.

Tasarımda bilgisayar desteği, tasarım sürecinin dört aşamasında etkin ve yararlı bir şekilde sağlanabilmektedir. CAD aktivitesi ile birlikte bu dört aşama aşağıdaki gibi sıralanabilir (GROOVER 1989);

Sentez: Geometrik modelleme

Analiz ve Optimizasyon: Mühendislik analizi

Değerlendirme: Tasarımın yeniden gözden geçirilmesi

Sunma: Otomatik Çizim

Geometrik modelleme, bir nesnenin geometrik yapısının matematiksel bir tasviridir. Bu amaçla CAD sistemi kullanılır. CAD sistemi kullanıcıya matematiksel bir modelin görüntüsünü yaratma ve modelde belirli işlemleri düzeltme ve değiştirme fırsatını vermektedir. CAD sisteminde mühendislik analizleri için mevcut olan, kütle özelliği ve sınırlı eleman analizi gibi yazılımlar tasarımcının daha yüksek performans göstermesini sağlamakta ve dayanım hesaplamaları, ısı transfer analizleri ve dinamik simulasyon gibi analizler yapılabilir. Bilgisayar destekli tasarım sistemiyle tasarımlar çok kolay ve hızlı bir şekilde değerlendirilir. Tanımlanan geometrik bir modelde, yüzeyler arası uzaklıklar, boyutlandırmalar otomatik bir şekilde verilebilir. Sonuçta, tasarımın ortaya konması ve dökümantasyon, bilgisayar desteğiyle otomatik olarak ve oldukça hızlı bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Yapılan bir araştırma, CAD sisteminin, tasarım ve çizim fonksiyonunda, tasarımın elle hazırlanmasına göre verimliliği en az beş kat artırdığını göstermektedir (GROOVER, 1989).

Bilgisayar destekli tasarım, teknolojik gelişimle birlikte daha küçük CAD sistemlerine yönelmiştir. Artık, büyük "main-frame" sistemlerin fonksiyonları bir kişisel bilgisayara (PC) sığdırılabilmektedir. Bu gelişme, büyük iş istasyonlarında çalışan CAD sistemlerini kurmaya finansal gücü yetersiz olan işletmeler için önemli bir fırsattır. Bir PC üzerinde CAD sisteminin uygulanma olanağı doğmuştur. Hızla kendini yenileyen CAD sistemlerinden yaygın olarak kullanılanları: "ICEM, DUCT, IDEAS, CAEDS, AUTOCAD, PATRAN, PROENGINEER, ABACUS, AES, CAD/CAY, ANSYS, BEASY, BRAVO, CADDSTATION, CADROW, CAM-X, CIS, MEDUSA, COMPAC, DOODLE, BORA/SID, EASYDRAF/EASY3, EUCLID, FAM, GIFTS, HOLGUIN-CAD, INCAD, MENTAT" olarak sıralanabilir (PUIG/PAY 1987 ve Diğ.).

3.4. Bilgisayar Destekli Üretim Sistemi

Bilgisayar destekli üretim, bir CAD sistemi aracılığıyla tasarımı, konstrüksiyon hesapları ve mühendislik analizleri yapılan bir ürünün uygun üretim planı ve gerekli iş hazırlığı yapıldıktan sonra, bilgisayar kontrollü tezgâhlarda üretilmesi olarak tanımlanabilir. Burada bilgisayar destekli üretimin fonksiyonel aşamalarının gerçekleşmesi ve bir ürüne ulaşılması söz konusudur.

Bilgisayar destekli tasarım sisteminde ürün, istenilen özellikleri ile birlikte ortaya konulmuş ve analiz edilmiştir. Bundan sonraki aşama ise, ürüne ait bu detaylı bilgileri uygun bir programlama diliyle tezgaha aktarmak ve tezgâhın en uygun makina işlem yolunu izleyerek üretimi gerçekleştirmesini sağlamaktır (BRADLEY 1990). Bilgisayar Destekli Üretim, üretimin planlanması ve üretimin kontrolü olmak üzere iki ana aşamada incelenebilir.

3.4.1. Üretimin Planlanması

Üretimin planlanması aşamasında CAM uygulamaları, bilgisayarın üretim fonksiyonuna destek olması amacı ile etkili bir şekilde kullanımını içerir. Bilgisayarla üretim işlemi arasında doğrudan bir bağlantı yoktur. Bilgisayar üretim faaliyetlerinin etkili bir şekilde planlanması ve yönetimi için bilgi sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Üretimin planlanması içerisinde yer alan önemli bilgisayar destekli üretim fonksiyonları aşağıdaki gibi sıralanabilir (BRADLEY 1990):

- 1- Maliyet tahminleri,
- 2- Bilgisayar destekli süreç planlama,
- 3- Veri tabanı sistemleri oluşturma,

- 4- Bilgisayar destekli parça programlama,
- 5- İş standartlarının geliştirilmesi,
- 6- Üretim ve stok planlama.

Bu fonksiyonlar bilgisayar desteğinin sağlanması ile daha sağlıklı olarak yerine getirilebilmektedir. Bu amaçla, CAD ve CAM ile ilgili tüm aşamalar birlikte değerlendirilir. Tasarım ve üretim için gerekli verilerin hızlı ve güvenilir bir şekilde sağlanabilmesi için veri tabanı sistemleri oluşturulur. İş standartları geliştirilir. Bu verilerden yararlanarak üretim ve stoklar planlanır ve üretimle ilgili tahminler yapılır. Burada CAD ve CAM'le doğrudan ilişkili iki ana kavram kısaca incelenecektir.

3.4.1.1. Bilgisayar Destekli Süreç Planlama

CAD ve CAM sistemleri arasındaki bağlantı bilgisayar destekli süreç planlama sistemi (CAPP) ile sağlanır. CAPP burada planlama fonksiyonunu yerine getirir. Ürünün üretimi için gerekli ardışık adımlar, makina hücrelerinin ve ihtiyaç duyulan takımların belirlenmesi gibi, ortaya konur ve bir forma dökülür. Bu formlar üretim faaliyetlerini, her bir faaliyetin gerçekleştiği makina hücrelerini, ihtiyaç duyulan takımları ve her bir görev için ihtiyaç duyulan standart zamanları belirten bilgileri içerir (GROOVER 1989).CAPP sistemleri, üretim aktivitelerini optimum bir şekilde koordine ederek, uygun takımın, kesme şartları ve besleme hızının seçimi gibi, ekonomik yarar sağlamaktadır (LEO ve Diğ., 1989).

Bilgisayar destekli süreç planlama faaliyetlerinin yürütülmesi temel olarak aşağıda verilen iki yaklaşım çerçevesinde gerçekleşmektedir (CHANK/WYSK 1984). Bunlar:

- Retrieval (tekrar düzenlenebilen) CAP sistemleri.
- Generative (Yaratıcı) CAPP sistemleri.

Retrieval tipteki süreç planlama sistemleri, grup teknolojisi parça sınıflandırma ve kodlama esası değişken CAPP sistemleri olarak adlandırılır. Bu sistemlerde bilgisayarın hafızasına her parça kod numarası için ayrı bir standart süreç planı depolanır. Bu süreç planları her bir ürün ailesi için hazırlanmış işletmede kullanılan planlar ya da ideal bir planı baz alan planlardır.

Generatif tipteki CAP sistemi, süreç planlamada alternatif bir yaklaşım ortaya koyar. İmalata ilişkin teknik bilgi ve mantığı kullanılır. Bu bilgi ve mantık bilgisayar programına kodlanır. Konu, uzman sistem alanına girmektedir. Uzman sistemler, spesifik bir problem sınıfını çözmek için sezgisel stratejiler kullanırlar. Bugün, bir uzman sistemin hızla geliştirilmesini sağlayan "Expert Sytem Shell" yapıları oluşturulmaktadır (GEORGE 1989). Süreç planlama sistemlerinde, CAD ve CAM'in entegrasyonuna yönelik bilgi temelli yeni yaklaşımlar geliştirilmektedir (RICHARD ve Diğ., 1992). CAPP sistemlerinin verimliliği % 600 artırdığı bulunmuştur (GROOVER 1989).

3.4.1.2. Bilgisayar Kontrollü Tezgâhın Programlanması

Programlama, CNC tezgâhta ardışık işlem adımlarının planlanmasıdır. Ürün parçasının işlenmesi için gerekli bilgiler tezgâhın kontrol ünitesinin anlayacağı şekle getirilir. Tezgâha verilen bilgiler **geometrik ve teknolojik** olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Parçanın geometrik şeklini tayin eden ve boyutlara bağlı olan geometrik bilgiler, işlem takımının hareketleri ile ilgili bilgilerdir. Parçanın eldesi için takımın izleyeceği yol koordinatları ile belirlenir. Teknolojik bilgiler, kesme ve ilerleme gibi talaş kaldırma gerektiren bilgilerdir (AKKURT, 1991).

Programlama işlemi, manuel programlamadan otomatik programlamaya kadar bir dizi yöntemden herhangi birisiyle yapılabilir. Bugün gelişmiş CAD/CAM sistemlerinde (ICEM, DUCT, IDEAS...) programlama tamamen otomatik bir şekilde yapılmaktadır.

Programlama dillerini, üniversal ve özel diller olarak iki ana gruba ayırabiliriz. Üniversal diller tezgâh ve bilgisayardan bağımsız olan dillerdir. Özel diller ise tezgâh ve bilgisayara bağlı dillerdir. Üniversal programlama dillerinin tümü APT (Automatically Programmed Tools) sistemine dayanır. Üç ile beş eksenli ve üç boyutta işlem yapan tezgâhlara uygulanabilir. Geliştirilen dillere örnek; EXAPT, ADAPT, IFAPT, MINIAPT, NEL-NC, AUTOSPOT, SPLIT, COMPACT II olarak verilebilir.

3.4.2. Üretimin Kontrolü

Bilgisayar destekli üretimde üretimin planlanması aşamasından sonra gelen ikinci aşama üretimin kontrolü aşamasıdır. Burada, üretimin kontrolü fonksiyonunu yerine getirecek bilgisayar sistemlerinin oluşturulması gerekmektedir. Üretimin kontrolü bir işletmedeki fiziksel işlemlerin yönetilmesi ve kontrolü ile ilgilidir. Süreç kontrolü, kalite kontrolü, shoop floor kontrol ve proses gözlemi, üretim kontrol fonksiyonları içerisinde yer alır (GROOVER 1989).

Bilgisayar Destekli Üretim (CAM) sisteminin beynini sayısal kontrollü (NC) tezgâhlar oluşturmaktadır. NC tezgâhlarda, üretimin fiziksel olarak kontrol altında tutulduğu birim tezgâhın kontrol sistemidir. Bu, kontrol devresi ve tezgâhtan oluşur. Parçanın üretimi için gerekli bilgileri içeren program NC tezgâhta program okuyucu tarafından okunur. Veri bilgiler kontrol sistemine gönderilir. Burada işlenerek geometrik ve teknolojik bilgiler ayrılır. Geometrik bilgiler tezgâhın hareketli elemanlarına (kızak, tablak gibi), teknolojik bilgiler ise hız kutularına gönderilir (AK-KURT, 1986).

NC tezgâhların kontrol sistemleri dijit düzene göre çalışmaktadır. Kontrol devresi ise analog veya dijit, kapalı veya açık olabilir. Ayrıca, tezgâhın kontrol tipi noktasal, doğrusal ve eğri-sel olabilir. NC tezgâh tipleri bu özelliklerin bir kombinasyonu olarak değişmektedir. Bugün yukarıdaki kontrol tiplerini 2-5 eksene kadar gerçekleştirebilen CNC tezgâhlar geliştirilmiştir.

3.5. Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sistemi

Bilgisayarla bütünleşik üretim, Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) ve Bilgisayar Destekli Üretim (CAM) sistemleri arasında entegrasyonun sağlanması ile oluşur. Bugünkü; ICEM, DUCT, IDEAS, ANSYS, CAEDS... gibi gelişmiş sistemleri tamamen entegrasyona yöneliktir. Bu sistemlerde, ürünün tasarımı, yüzey modelleme, takım yolunun belirlenmesi, parça programlama gibi üretim için gerekli tüm işlemler birarada yapılabilmektedir. Bütünleşik üretim sistemlerinde; CAD, PPS (iş planlaması), CAP (süreç planlaması), CAQ (kalite kontrol) ve CAM gibi alt sistemler karşılıklı etkileşim içerisinde (WESTKAMPER 1993).

Bütünleşik üretim sistemi CAD ve CAM'in tüm mühendislik fonksiyonlarını içerdiği gibi, işletmenin, yönetim, üretim, pazarlama, finans, personel, muhasebe ve araştırma-geliştirme gibi işletmecilik fonksiyonlarını da kapsar. Burada bir faaliyetin çıktısı bir başka faaliyetin girdisi olmakta ve bilgisayar sistemi, üretime destek olacak şekilde işletmeyi baştan başa sarmaktadır.

4. ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİNDE BİLGİSAYARLA BÜTÜNLEŞİK ÜRETİM

Araştırmalar, orman ürünleri endüstri işletmelerinde bilgisayardan yararlanma oranının diğer endüstri işletmelerine göre daha düşük olduğunu ortaya koymaktadır (ÇINAR, 1989). Böyle olmakla birlikte yapılan birçok araştırma bu endüstri işletmelerinin otomobil, uçak, metal işleme ve benzeri endüstri işletmelerinde olduğu gibi, bilgisayar desteğinden yeterli bir düzeyde yararlanabileceğini hatta bunu çok daha üst düzeylere ulaştırarak bilgisayarla bütünleşik üretim sistemlerine geçebileceğini göstermektedir (LAIKA 1989; BRADLEY/VICKERS 1990; MARTENSON/FOLLIN 1990; WESTKAMPER/PREKWINKEL 1991; ZAPT 1992).

Yapılan uygulamalarda, C. Bradley ve G.W. Vickers tarafından kapı üretimi bilgisayarla bütünleşik bir üretim sisteminde gerçekleştirilmiştir (1990). Çalışmada önce kapıyı oluşturan parçalar bir CAD sistemi yardımı ile tasarlanmış, gerekli mühendislik analizleri ve planlamalardan sonra bir CAM sisteminde üretim yapılmıştır. Bu çalışmaya benzer çalışmalar, İtalya, İsviçre, Almanya, Kanada, ABD ve benzer ülkelerde görülmekte ve konu ile ilgili özel araştırma-geliştirme merkezleri kurulmaktadır. Örneğin İsviçre'de kurulan merkezde, özellikle orta ve küçük ölçekli işletmeler için, faaliyetleri optimize etmeye yönelik bilgisayarla entegre üretim sistemlerine geçiş hedef alınmıştır (ZAPT 1992).

Westkamper ve Prekwinkel tarafından 1991 yılında gerçekleştirilen çalışmada, bir oturma grubu mobilyasının bilgisayarla entegre bir üretim sisteminde üretimi araştırılmış ve CAD, CAPP, CAQ ve CAM le entegre bir sistem tasarlanmıştır. Bir başka çalışmada, bu endüstride daha kısa periyodlarda değişen talep karşısında, üretimde verimlilik artışı ve esnekliği sağlayabilmek ve kaliteyi daha da iyileştirebilmek amacıyla CAD sistemi ile ilişkili sayısal kontrollü (NC) makinelerin kullanılması gerektiği belirtmekte ve bir dolap üretimi gerçekleştirilmektedir (PREKWINKEL 1991).

CNC tezgâhların odun işlemede kullanımına ve bilgisayarla bütünleşik üretim sistemlerine geçmeye yönelik çalışmalara Hans (1989), Horst (1989), Kristian (1989) ve Licher (1991) de örnek olarak verilebilir. Tüm bu çalışmalar bilgisayar destekli üretim sistemlerinin yapısının odun endüstrisi için uygun olduğunu ve diğer endüstrilerde olduğu gibi odun endüstrisi işletmelerinde de CAD/CAM sistemlerine uygun bir planlama ile belirli bir sürede geçilebileceğini göstermektedir.

4.1. Türkiye Orman Ürünleri Endüstrisinde Bilgisayar Desteği

Türkiye'deki Orman Ürünleri Endüstrisi İşletmeleri incelendiğinde, yeniliğe açık sınırlı sayıda işletmeleri birer istisna olarak değerlendirsek, işletmelerin yeterli düzeyde bir bilgisayar desteği sağlayamadıkları söylenebilir. Belirli düzeyde bir maliyete katlanarak bilgisayarla bütünleşik üretime (CIM) geçemeyen işletmeler, nispeten daha düşük maliyete katlanarak tasarım, planlama gibi, çeşitli CIM bileşenlerinde de yeterli bir bilgisayar desteği sağlayamamışlardır. Bunda, endüstriyel yapı bozukluğunun da önemli bir etkisi vardır.

Tasarımda Bilgisayar Desteği: Ürün tasarımında, örneğin gardrop, mutfak mobilyası vs. gibi bilgisayar desteği sağlayan işletmelere rastlanmakla beraber, bunların sayısı oldukça sınırlıdır. Çok büyük işletmelerden ancak 2-3 tane öncü olarak nitelenebileceklerde tasarımda bilgisayar desteği sağlanmıştır. Bu işletmelerde bile bilgisayar desteği tam anlamıyla bilgisayar destekli imalata yönelik olmayıp daha çok bağımsız bir sistem olarak işlev göstermektedir. Ayrıca yeterli düzeyde bir bilgisayar donanımına sahip oldukları halde ürünlerin tasarımında CAD sisteminden yararlanmayan işletmeler vardır.

Üretimde Bilgisayar Desteği: Türkiye orman ürünleri endüstrisinde üretimde bilgisayar desteğinin tam olarak sağlandığı işletmeye rastlanmamıştır. Ancak yine öncü olarak nitelenebilecek birkaç firmada kısmende olsa üretimde bilgisayar desteği vardır. Bunlar genelde kabin tipi mobilya üreten işletmelerdir. Bu işletmelerde levha kesiminde (ebatlama), levha kenar profilendirme, delik delme, lamba ve zıvana işlemlerinde bilgisayar desteği aşama aşama da olsa sağlanabilmektedir. Özellikle mobilya üretiminde optimum kesim planları oluşturan ve bu planlara uygun bir şekilde üretimi gerçekleştiren CAM uygulamaları vardır. Bu uygulamalar, CAD/CAM sistemlerine ulaşabilmek için birer örnek yapı niteliğindedir.

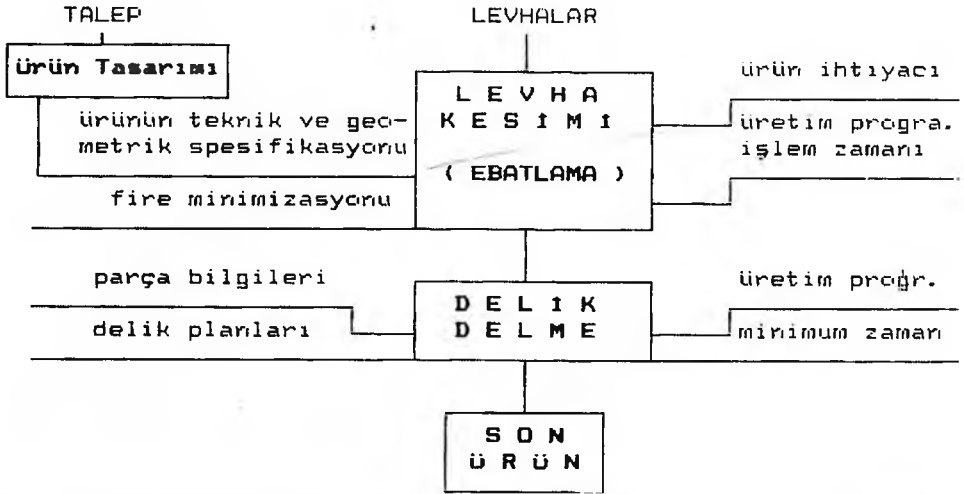
CAD/CAM Entegrasyonu: Tasarım ve üretim sisteminin entegrasyonuna yönelik üretim planlama ve programlama, malzeme ihtiyaç planlaması, kalite kontrol ve muhasebe, vb. gibi faaliyetlerde belirli ölçülerde de olsa bilgisayar desteğine rastlanmaktadır. Yalnız, bu destek gerçek anlamda CAD/CAM entegrasyonuna yönelik bir destek değildir. Özellikle muhasebe uygulamaları artık çok yaygınlaşmıştır ve bilgisayar desteğinin en fazla sağlandığı alanların başında gelmekte-

dir. Ancak, bu muhasebe daha çok personel işleri, maaş hesaplamaları ile ilgili olup, üretim kararlarında etkili olacak maliyetlendirme ve analizlere yönelik değildir.

4.2. Mobilya Üretiminde Ortaya Çıkan Temel Problemler

Üretim teknikleri bakımından mobilya üretimi; kabin tipi mobilya üretimi, masif mobilya üretimi, sandalye üretimi, bükme ve oturma grubu üretimi olarak genellenebilir. Kabin tipi mobilya denince; gardrop, mutfak dolapları, portmanto ve benzeri gibi, üretiminde levha kullanılan ürünler akla gelmektedir. Günümüzde seri mobilya üretim teknolojisinin en fazla uygulama alanı bulunduğu yer kabin tipi üretimdir (KURTOĞLU 1993). Bu üretimin de öncelikle söz konusu ürün modelinin özelliklerine ve boyutlarına göre gerekli elemanların tasarından üretimin son aşamasına kadar çok hassas bir şekilde hazırlanması gerekmektedir. Mobilya üretiminde öncelikli olarak görülen ve Şekil-3'de şematize edilen problemler kısaca tanımlanacaktır.

Tasarım Problemi: Mobilya endüstrisinin en önemli problemlerinin başında ürün tasarımı ve yeni ürün geliştirme gelmektedir. Çünkü, ürünler, bir mobilya modeli, herhangi bir katalogdan alınmakta ve genelde yeterli bir mühendislik analizine tabi tutulmadan üretime geçilmektedir. Bu durum ancak modern tasarım tekniklerinin (AUTOCAD vb.) işletmelere yerleşmesi ile aşılabilecek ve hedef pazardaki talebin yapısına daha uygun ürünlerin tasarlanıp üretilmesi olanağı doğacaktır.



Şekil 3 : Kabin Tipi Mobilya Üretiminde Ana Problem aşamaları
Figure 3 : Main problems in production of cabinet furnitures

Kesim Problemi: Üretimine karar verilen bir ürünü oluşturacak parçaların standart ölçülerdeki levhalardan minimum fire oranı ve aynı zamanda minimum işlem süresi ile, istenilen kalite düzeyinde, kesilmesi klasik üretim yöntemleri ile çalışan işletmelerde bir kesim problemi olarak ortaya çıkmaktadır. Klasik levha kesim makinelerinde yapılan kesimler günde 5-10 m³ kapasite ve % 15-20 fire oranı ile kişisel becerilere bağlı olarak gerçekleşmektedir. Oysa bilgisayar kontrollü levha kesim makineleri (CNC) ile, kişilerin özel yeteneklerine bağlı olmaksızın üretim kapasitesini 50-100 m³'e çıkarma ve istenilen kesim kalitesinde minimum fire oranı ile çalışma olanağı vardır.

Delik Delme ve Zıvana Açma Problemi: Bir mobilya ürününe ait parçalarda ihtiyaç duyulan deliklerin ve zıvanaların, istenilen çap, genişlik ve derinlikte ve kabul edilebilir toleranslar-

da, hassas bir şekilde gerçekleştirilmesi, tasarlanan mobilyanın konstrüksiyonu bakımından çok önemlidir. Bu işlemlerin klasik yöntemlerle gerçekleştirilmesinde delik koordinatlarının tam olarak tutturulamaması, delik özelliklerinin istenilen hassaslıkta gerçekleştirilememesi bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu problem ürün kalitesini de olumsuz yönde etkilemekte ve montaj problemlerine neden olmaktadır. Bilgisayar kontrollü tezgâhlarla çalışıldığında bu problemler çözülmekte ve istenilen hassasiyet düzeyinde işlem gerçekleştirilmektedir.

5. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM SİSTEMİ İLE KABİN TİPİ BİR MOBİLYANIN TASARIMI

Geleneksel yöntemlerin, araç ve gereçlerin kullanımı ile ortaya çıkarılan mühendislik çözümlerinin yanında, bugün bu düşünceye alternatif olarak ortaya çıkan düşünce ve yöntem, çizim ve tasarım konularında bilgisayardan yararlanmayı ve onların desteklediği sistemleri kapsamaktadır. Bu yöntem günümüzde Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD=Computer Aided Design) olarak adlandırılmaktadır.

Burada, mutfak takımının tasarımı, PC üzerinde çalışan bir CAD sistemi olan AUTOCAD ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya ait örnek çizimler Şekil-4 ve Şekil-5'de gösterilmiştir. Uygulama, 80386/DX-33 işlemci tabanlı, 2MB RAM, 120MB Hard Disk ve VGA monitöre sahip bir PC'de yapılmıştır. Hemen belirtmek gerekir ki bu donanımın çalışması yapılabilmekle beraber, AUTOCAD programının gelişmiş versiyonlarının sorunsuz ve daha yüksek performansla çalıştırılması için 80486 işlemci tabanlı ve RAM'i 8 veya daha fazla olan, yüksek çözünürlüğe sahip grafik monitöre ve RS-232C seri iletişim bağlantısına sahip bir PC donanımına ihtiyaç vardır.

CAD sistemi ile oluşturulan bir mobilya modelinin çok ayrıntılı olarak görülmesi ve incelenmesi mümkündür. Ürün modeli, yüksek çözüm gücüne sahip grafik terminalleri, güçlü mikro-bilgisayarlar ve yüksek hıza sahip geniş bellekli sistemler yardımıyla ortaya konur. Model bilgisayar üzerinde döndürülebilir, parçalanabilir, birleştirilebilir ya da yok edilebilir. Ürüne ait elemanların bağlantı özelliklerinin ve bazı fiziksel özelliklerin model üzerinde incelenip analiz edilmesi olancağı da bulunmaktadır.

Burada gerçekleştirilen mutfak takımına ait çizimler çok daha detaylanabilir. Farklı görünüşler elde edilebileceği gibi, tasarımda özel önem verilen yerler ayrıca çizilebilir. Ancak, burada amacın örnek bir uygulamayı gerçekleştirmek olması nedeniyle fazla ayrıntılara girilmeye gerek duyulmamıştır. Mobilya fabrikalarında, arzu edildiğinde, oluşturulan ürün modellerine ilişkin ayrıntılı çizimler bilgisayar desteğinin sağlanması ile çok kısa sürede üretilebilir. İşletmelerde zamanla standart ürün dosyaları (file) oluşturulabilir. Bu dosyalar içerisinde ayrı ayrı standart modeller yer alabilir. Yeni bir ürün tasarlandığında ayrıntularla uğraşmadan ürünün yaratılması bu dosyalar yardımı ile kolaylaşacaktır. Özellikle Orman Ürünleri Endüstrisi için ağacın yapısını, türünü ve kullanılan malzemenin niteliğini tanıtmaya yönelik standart tarama şekilleri oluşturulması sağlanabilir. AUTOCAD'de oluşturulacak bu veriler ürün tasarımında ve detayların oluşturulmasında önemli kolaylıklar sağlamaktadır.

AUTOCAD ya da benzeri bir programla standart modeller ve ürün kütüphaneleri oluşturulması, söz konusu modeller ya da ürünler için gerek duyulan malzeme hesabının önceden yapılmış olması nedeniyle, farklı ürün kombinasyonlarında önemli kolaylıklar sağlayacak ve gerekli malzeme hesapları kısa sürede bulunabilecektir. Bu amaçla, işletmenin yapısına uygun bir ürün kütüphanesinin zamanla zenginleştirilmesi işletmeye, gerek ürün tasarımı ve geliştirilmesinde ve gerekse üretimdeki optimizasyona yönelik çalışmalarda büyük kolaylıklar sağlayacaktır. Örneğin burada, bilgisayarla belirlenecek ürün parça listeleri levha kesimi için doğrudan kesim optimizasyonu programına aktarılarak kesim optimizasyonu gerçekleştirilebilmektedir.

6. BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM SİSTEMİNDE KABİN TİPİ MOBİLYANIN ÜRETİMİ

Çalışmanın bu aşamasında iki ayrı modeldeki toplam 9804 parçadan oluşan 330 adet mutfak takımının bilgisayar destekli üretimi (CAM) gerçekleştirilmiştir. Önce, doğrudan bir CAM uygulaması olarak parçalar bilgisayar kontrollü (CNC) levha işleme makinasında kesilmiştir. Aynı kesim işlemi, üretime dolaylı bir bilgisayar desteği sağlayacak şekilde, PHYTIA adlı programla, bir PC'de optimize edilmiştir. Ayrıca, CNC tezgâhta ve PHYTIA ile PC üzerinde gerçekleştirilen levha kesimleri matematiksel bir yaklaşımla analiz edilmiştir.

Üretimde bilgisayar desteğinin sağlanmasının ikinci aşaması, söz konusu parçaların montajı için gerekli deliklerin CNC tezgâhlarda delinmesi ile gerçekleştirilmiştir. Delik delme işlem zamanı ve işgücü açısından incelenmiştir. Son aşama olarak, bilgisayar destekli olarak gerçekleştirilen levha kesimi ve delik delme işlemi, daha sağlıklı bir değerlendirme amacıyla atölye tipi bir işlemede incelenmiştir. CNC tezgâhta ve atölyede üretim için aynı modeller kullanılmıştır.

6.1. Bilgisayar Kontrollü Tezgâh ile Levha Kesimi

Kabin tipi mobilya üretiminde darboğaz oluşturan levha kesimi (ebatlama) aşaması, kesimde (üretimde) bilgisayar desteğinin sağlanması ile kolayca çözülebilmektedir. Bu amaçla, CNC levha işleme tezgâhı kullanılmaktadır. CNC tezgâhla levha kesim işlemi aşağıdaki aşamalarda gerçekleştirilmektedir;

- Ürüne ait parça listelerinin oluşturulması,
- Parça, miktar, boyut bilgilerinin bilgisayara yüklenmesi,
- Parametrelerin ve işlem önceliklerinin belirlenmesi,
- Optimum levha kesme planının elde edilmesi,
- Sonuçların analizi ve kesim kararı,
- Optimum levha kesiminin gerçekleştirilmesi.

Ürün parça listelerinin düzenlenmesi ve bilgisayara girişi, levha kesiminin ilk aşamasını oluşturmaktadır. Detayları bilgisayar destekli tasarım sistemi ile oluşturulan 330 adet mutfak takımına ait parça listesi Çizelge 1 ve Çizelge 2'deki gibi oluşturulmuştur. Bu listelerde, üretim için gerekli parça boyutları, parça adetleri, herbir parçadan ihtiyaç duyulan toplam miktarlar gibi bilgiler yer almaktadır. Mutfak takımlarını üretmek için gerekli malzemeler, yonga levha ve melaminli yonga levha (suntalam) kesimi olarak iki ana grupta incelenmiştir. Parça listeleri bu amaca göre doğrudan kesime girebilecek şekilde düzenlenerek bilgisayara yüklenmiştir.

Kesim optimizasyonu parametrelerinin belirlenmesi, ürüne ait bilgilerin bilgisayara girilmesinden sonra, CNC tezgâhın bilgisayarında kesim optimizasyonunun başlatılabilmesi için gereklidir. Optimizasyon parametrelerinin seçilmesinde işletmenin o anki koşulları, hedefleri, sipariş teslim zamanı, fire oranı ve benzeri gibi öncelikler dikkate alınır. Optimizasyonda işlem zamanı ya da fire minimizasyonu parametlerinden birine öncelik verilebileceği gibi, bu iki parametre arasında bir denge de kurulabilir. Bu araştırmada fire minimizasyonu öncelik kazanmıştır. Parametre seçimini, CNC tezgâhın teknolojik yapısı (kesici sayısı, hareket yönleri, dönebilme durumu) ve kesim teknolojisinin sınırlayıcı koşulları da etkilemektedir.

Üretim öncesi yapay kesim sonuçlarının alınması ve değerlendirilmesi, hiçbir üretim maliyetine katlanmadan kesim sonuçlarının kontrolü açısından çok önemlidir. Üretim öncesi optimum kesim planları CNC tezgâh bilgisayarında elde edilerek işletme amaçlarına uygunluğu denetlenmektedir. Sonuçlar ayrıntılı olarak analiz edilmekte, kesimde ortaya çıkacak fire oranı ve işlem süreci değerlendirilmektedir. Gerekliğinde parametreler üzerinde değişiklik yapılarak farklı işlem

Çizelge 1 : Yonga levha kesimi için ürün parça listesi.

Table 1 : The list of product parts for cutting particle boards.

Parça Kodu	Parça Adı	Parça Boyutları (mm)			Toplam İhtiyaç	AÇIK-LAMA
		UZUN.	GENİŞ.	KAL.		
1101	Üst Dolap Kapağı	620	410	18	1224	1. Tak.
1102	Alt Dolap Kapağı-1	740	650	18	204	1. Tak.
1103	Alt Dolap Kapağı-2	740	450	18	816	1. Tak.
1104	Aspiratör Kapağı	620	400	18	204	1. Tak.
1205	Alt Dolap Kapağı-3	600	400	18	504	2. Tak.
1206	Alt Dolap Kapağı-4	750	600	18	126	2. Tak.
1207	Çekmece Kapağı	400	150	18	504	2. Tak.
Toplam Parça Sayısı: 3582						

Çizelge 2 : Melaminli Yonga Levha kesimi için ürün parça listesi.

Table 2 : The list of product parts for cutting particle boards coated with a melamine sheet.

Parça Kodu	Parça Adı	Parça Boyutları (mm)			Toplam İhtiyaç	AÇIK-LAMA
		UZUN.	GENİŞ.	KAL.		
2101	Üst Dolap Üst-Altı	2450	300	18	408	1. Tak.
2102	Üst Dolap Yanı	600	300	18	408	1. Tak.
2103	Üst Dolap Dikmesi	560	300	18	408	1. Tak.
2104	Üst Dolap Rafı	800	300	18	612	1. Tak.
2105	Alt Dolap Yanı	830	550	18	816	1. Tak.
2106	Alt Dolap Dikmesi	720	540	18	204	1. Tak.
2107	Alt Dol. Çekm. Aral	540	170	18	204	1. Tak.
2108	Üst Dol. Aspi. Yanı	400	300	18	408	1. Tak.
2109	Üst Dol. Aspi. Altı	580	300	18	204	1. Tak.
2110	Üst Dol. Aspi. Üstü	580	300	18	204	1. Tak.
2111	Alt Dolap Tabanı	245	55	18	204	1. Tak.
2212	Üst Dolap Üst-Alt-2	2100	300	18	252	2. Tak.
2213	Üst Dol. Yanı-Dik.-1	600	300	18	756	2. Tak.
2214	Üst Dol. Yanı-Dik.-2	400	300	18	252	2. Tak.
2215	Alt Dolap Alu	2100	500	18	126	2. Tak.
2216	Alt Dol. Yan ve Dik.	750	500	18	504	2. Tak.
2217	Alt Dolap Rafı	800	280	18	252	2. Tak.
Toplam Parça Sayısı: 6222						

seçenekleri de incelenebilmekte ve maliyetlendirme yapılabilmektedir. Burada elde edilen sonuçlar, Çizelge 3 ve Çizelge 4'de özetlenmiştir. Ayrıca, bir kesim planı örneği de Şekil 6'da gösterilmiştir. Kesim işlemi, 7 aşaması yonga levha ve 13 aşaması suntalam için olmak üzere 20 aşamada tanımlanmıştır.

Çizelge 3 : Kesim Optimizasyonu Özet Sonuçları-1
Table 3 : Main results of cutting optimization-I

MUTFAK DOLABI K E S İ M İ	PARÇA SAYISI	ÜRETİM MİKTARI		LEVHA %'Sİ	
		M ²	M ³		
Parça İhtiyacı	3582	939,48	16,723	90,46	
Üretim Fazlası	48	10,00	0,178	0,96	
Toplam Üretim	3630	949,48	16,901	91,46	
Kullanılabilir ARTIK	600	62,96	1,121	6,06	
Kullanılamaz ARTIK-FİRE	-	25,71	0,458	2,48	
TOPLAM ARTIK	-	88,67	1,579	8,54	
İŞL. ZAM.	saat	dak.	parça/sa.	m ² parça/sa.	m ³ parça/sa.
Mak. İşl.	4	35	792	226,63	4,034
Gerçekl.	6	6	594	169,97	3,026

Standart boyutlardaki (3660*1830*18) levhalara uygulanan kesim optimizasyonu sonucunda yonga levha kesimi % 2,48 fire ve toplam % 8.54 artık oranı ile gerçekleşmiştir. Bu artıkların % 6.06'sı yeniden kullanılabilir. Melaminli yonga levha kesiminde gerçekleşen fire oranı % 2.53, toplam artık oranı da % 6.32'dir. Kesim işlemi, yonga levha kesimi için 6 saat, melaminli levha için 9 saat olarak bulunmuştur. CNC levha işleme makinası ile saatte ortalama 600 adet parça, başka bir ifade ile saatte 200-250 m²'lik ürün parçası üretilebilmektedir.

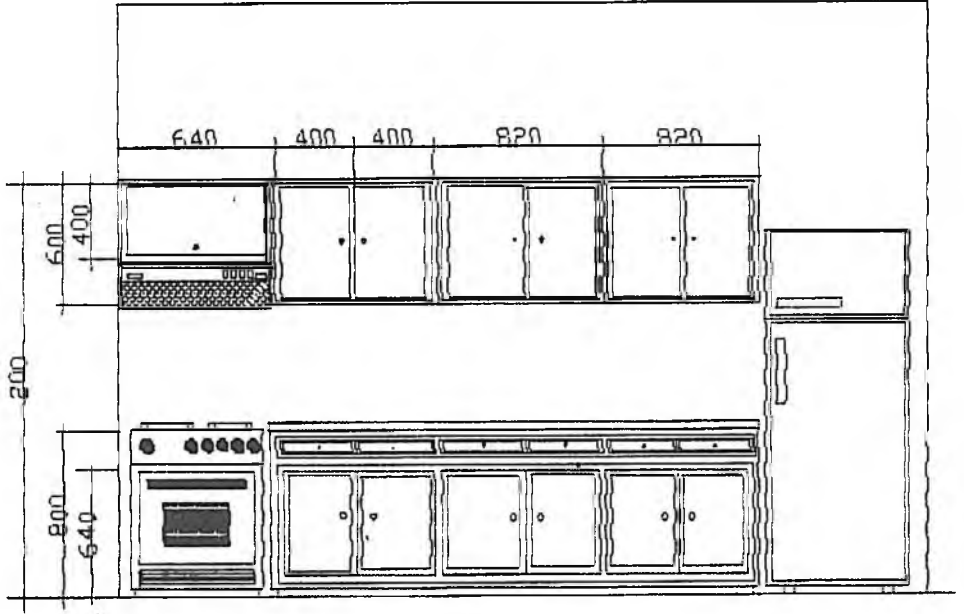
Elde edilen optimum kesim planlarının, incelenip kontrol edilmesinden sonra bilgisayara CNC tezgâhın üretime başlaması için gerekli komut verilmektedir. Bilgisayarda önceden görüldüğü şekilde üretim gerçekleşmektedir. Üretime ilişkin sonuçlar Çizelge 5 ve 6'da özetlenmiştir. Toplam 330 adet mutfak takımı % 6.74 fire ortalaması ile 155 yonga levha ve 126 suntalam olmak üzere toplam 458 levhadan 15 saatte kesilmiştir.

Çizelge 4 : Kesim Optimizasyonu özet sonuçları-2
Table 4 : Main result of cutting optimization-2

MUTFAK DOLABI KESİMİ	PARÇA SAYISI	ÜRETİM MİKTARI		LEVHA %'Sİ	
		M ²	M ³		
Parça İhtiyacı	6222	1884,82	33,550	92,87	
Üretim Fazlası	198	16,37	0,291	0,81	
Toplam Üretim	6420	1901,19	33,841	93,68	
Kullanılabilir ARTIK	852	76,92	1,369	3,79	
Kullanılamaz ARTIK-FİRE	-	51,53	0,914	2,53	
TOPLAM ARTIK	-	128,45	2,283	6,32	
İŞL. ZAM.	<u>saat</u>	<u>dak.</u>	<u>parça/sa</u>	<u>m² parça/sa.</u>	<u>m³ parça/sa.</u>
Mak. İşl.	6	54	931	294,31	5,239
Gerçekl.	9	12	698	220,73	3,929

Çizelge 5 : Optimize Edilmiş Kesim Planları Sonuçları-1
Table 5 : Main results of optimized cutting plan-1

3660 * 1820 * 18 mm ³ Y O N G A L E V H A			
KESİM PLANI	KESİLEN LEVHA ADEDİ	ÜRETİLEN PARÇA SAYISI	FİRE % Sİ
1	15	405	325
2	21	399	10,35
3	4	132	4,15
4	16	336	6,29
5	72	1512	10,89
6	9	306	4,33
7	18	540	6,54
TOPLAM	155	3630	ORT: 6,54



Şekil 4 : AUTOCAD'de Tasarlanan Mutak Takımı Görünüşü

Figure 4 : The view of a cabinet kitchen furniture designed using AUTOCAD system

Çizelge 6 : Optimize Edilmiş Kesim Planları Sonuçları-2

Table 6 : Main results of optimized cutting plan-2

3660 * 1820 * 18 mm ³ Y O N G A L E V H A			
KESİM PLANI	KESİLEN LEVHA ADEDİ	ÜRETİLEN PARÇA SAYISI	FİRE % Sİ
1	13	208	7,12
2	21	378	6,12
3	68	1224	2,45
4	34	816	2,71
5	42	756	3,25
6	18	324	5,94
7	5	90	5,94
8	13	468	3,25
9	35	910	7,85
10	9	288	12,58
12	38	456	18,21
13	2	336	11,68
TOPLAM	303	6404	ORT: 6,94

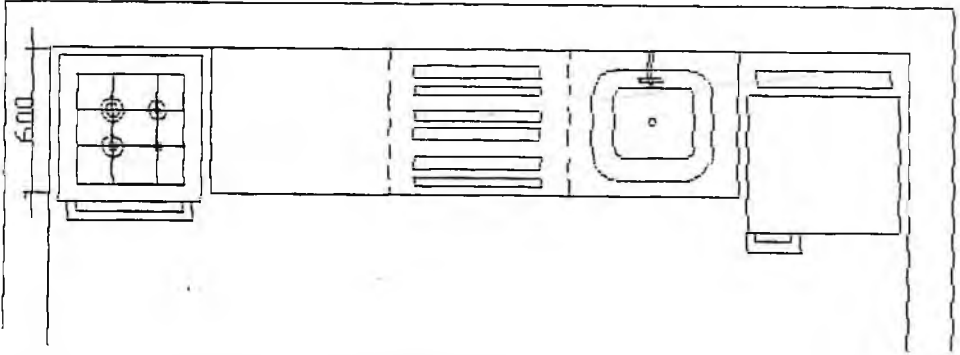
6.2. Bilgisayar Destekli Üretim ve Verimlilik

Bilgisayar destekli üretim ile verimlilik ilişkisi, üç yıllık bir üretim döneminde incelenmiştir. Burada, CNC tezgâhta gerçekleşen toplam $20*12*3=720$ günlük üretim değeri dikkate alınarak, aylık ortalamalar şeklinde, üretim miktarı, fire oranı ve işlem süresi belirlenmiştir. Fire oranı ve işlem süresi kabin tipi mobilya üretiminde verimliliği belirleyen en önemli faktörlerin başında gelmektedir.

Araştırmada, üretimin ortalama % 93.8 verimle (% 6.2 fire ile) gerçekleştirilebildiği bulunmuştur. Fire oranının genel eğilimi Şekil 7'de görülmektedir. Fire değerleri arasında, 36 aylık değerlendirmede, 0.66 gibi istatistiki bakımdan oldukça düşük bir sapma vardır. Yıllık ortalama üretim 529524 m^2 'dir. Günde ortalama 2500 m^2 levha işlenebilmektedir. Bu miktar gerek duyulduğunda artırılabilir. Günlük 8 saat çalışma ile, 300 gün üzerinden, 750.000 m^2 lik yıllık levha işleme kapasitesi vardır. Burada gerçekleşen işlem kapasitesi $262 \text{ m}^2/\text{saat}$ 'dir.

7. KESİM OPTİMİZASYONUNUN PC'DE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Üretimde bilgisayar desteği, PC üzerinde uygulanacak uygun programlarla dolaylı bir şekilde sağlanabilir. Bu yaklaşım, Türkiye gibi, finansal gücü zayıf küçük ve orta ölçekli işletmelere sahip ülkeler için daha da önemlidir.



Şekil 5 : AUTOCAD'de Tasarlanan Mutak Takımı Planı

Figure 5 : The plan of a cabinet kitchen furniture designed using AUTOCAD system

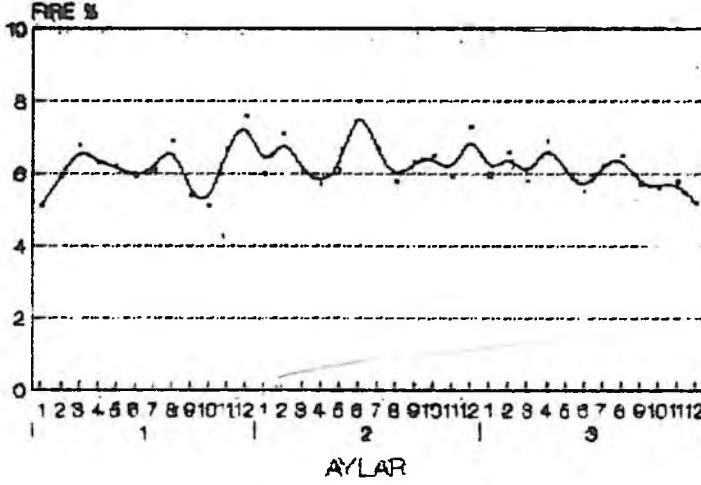
740x 450*2		740x 650*4	
620x 400*8						620x 410
400x 600*5						400x 620

Şekil 6 : Optimize Edilmiş Kesim Planları Sonuçları-1

Figure 6 : Main results of optimized cutting plan-1

Optimizasyon 80386 işlemci tabanına sahip bir PC'de, ULTIMA yazılım tarafından yapılmış PHYTIA adlı program ile gerçekleştirilmiştir. Program ile, 330 adet mutfak takımının üretimi planlanmış; 7 farklı boyutta 3582 adet ürün parçası $3660*1820*18 \text{ mm}^3$ boyutlarındaki standart yonga levhalardan, 17 farklı boyuttaki toplam 6222 adet parça yine aynı boyutlardaki melamini kâğıtla kaplı yonga levha (suntalam)'dan üretilmiştir. Üretim işlemi (levha kesimi) aşağıdaki ana işlem adımları ile gerçekleştirilmiştir. Bunlar:

- Ürün parça listelerinin bilgisayara girilmesi,
- Kesim önceliklerinin ve parametrelerin belirlenmesi,
- Optimizasyonun gerçekleştirilmesi ve kesim planlarının eldesi.



Şekil 7 : Bilgisayar destekli üretimde fire oranları.

Figure 7: Waste ranges produced in computer aided manufacturing.

Çizelge 7 : PHYTIA ile PC'de Kesim Optimizasyonu-1

Table 7 : Cutting Optimization-I using PHYTIA designed for PC's

KESİM PLANI	KESİLEN LEV. ADEDİ	ÜRETİLEN PARÇA SAYISI	KULLANILAN LEVHA SAYISI	KALAN LEVHA ALANI	FİRE % Sİ
1	11	187	647680000	188400000	2,77
2	51	1071	629320000	368000000	5,52
3	26	546	640480000	256400000	3,85
4	12	408	639500000	266200000	4,00
5	15	525	624460000	416600000	6,25
6	14	378	648000000	181200000	2,72
7	25	525	533820000	132300000	19,86
TOPLAM	154	3640	4363260000	180910000	—
FİRE ORTALAMASI					6,42

Ürün Parça Listelerinin Bilgisayara Girilmesi, oluşturulan ya da yeni oluşturulacak ürün dosyalarına, parça boyutlarını, gerekli parça miktarlarını ve önemli ise parçaların kesiliş yönlerini gösterecek şekilde yapılmaktadır. Oluşturulan ürün parça listesi CNC tezgâhla kesim için hazırlanan listeye benzemektedir. Bu nedenle, bu listeler yeniden verilmemiştir.

Kesim Önceliklerinin ve Parametrelerin Belirlenmesi, ürüne ilişkin bilgilerin bilgisayara girilmesinden sonra gerçekleşmektedir. Üretilecek ürünün yapısına bağlı olarak gerek duyulan kesim önceliği belirlenmekte ve parametreler bilgisayara girilmektedir. Levha kesim optimizasyonunda, özellikle çıplak yüzeyli yani herhangi bir işlem görmemiş levhalar için kesim yönü önem taşımamaktadır. Ancak örneğin masif ya da diğer kaplamalar ile yüzeyleri kaplı ve desen yönleri üretim sonucunda oluşacak estetik yapı bakımından önemli olan levhalar için kesim yönü son derece önemli olmakta ve program optimizasyonu bu kısıt altında gerçekleştirilmektedir. Mutfak takımlarının üretiminde ise, desen yönünün söz konusu olmaması nedeniyle herhangi bir kısıta gerek duyulmamıştır.

Optimizasyonun Gerçekleştirilmesi ve Kesim Sonuçları, yukarıda izlenen aşamalardan sonra, yaklaşık bir saatlik bir işlem sonucunda, elde edilmiş ve toplam 9804 ürün parçasının üretim aşamaları belirlenmiştir. Örnek bir aşaması Şekil-6'da görülebileceği gibi, bu kesim planları üzerinde herbir parçanın nasıl yerleştirileceği ve bu yerleşimle toplam ne kadar levhanın kesileceği, ne kadar fire ile kesileceği bulunmuştur. Yonga levha kesimi 7 aşamada, toplam 154 adet yonga levhadan kesilerek, ortalama % 6.42 fire ile gerçekleştirilmiştir. Suntalam kesimi ise 17 aşamada, toplam

Çizelge 8 : PHYTIA ile PC'de Kesim Optimizasyonu-2

Table 8 : Cutting optimization-2 using PHYTIA designed for PC's

KESİM PLANI	KESİLEN LEV. ADEDİ	ÜRETİLEN PARÇA SAYISI	KULLANILAN LEVHA SAYISI	KALAN LEVHA ALANI	FİRE % Sİ
1	30	780	646532500	19587500	2,94
2	21	399	637100000	29020000	4,36
3	13	247	637100000	29020000	4,36
4	42	462	640770000	25350000	3,81
5	16	432	641000000	25120000	3,77
6	8	272	642000000	24120000	3,62
7	24	528	639660000	26460000	3,97
8	33	924	639000000	27120000	4,07
9	1	29	643500000	22620000	3,40
10	4	116	643500000	22620000	3,40
11	9	234	648000000	18120000	2,72
12	34	714	641100000	25020000	3,76
13	8	208	634800000	31320000	4,70
14	1	30	626400000	39720000	5,96
15	6	216	626400000	39720000	5,96
16	19	285	595100000	71020000	10,66
17	34	408	547800000	11832000	17,76
TOPLAM	303	6284	10729762500	487789500	—
FİRE ORTALAMASI					5,27

303 levhanın % 5.27 fire ile kesilmesi ile tamamlanmıştır. Sonuçlar özet olarak Çizelge-7 ve Çizelge-8'de verilmiştir. Çizelge 7 yonga levha kesimi sonuçlarını, Çizelge 8 ise suntalam kesim sonuçlarını göstermektedir. Kesim planları CNC tezgâhla kesim sonuçlarında gösterildiği gibi (Şekil 6) herbir parçanın yerleşimini göstermekte ve bu kesim planları çizdirilerek üretim için kesim elemanlarına verilebilmektedir. Buradaki kesim planları arasında da gerçekleşen fire oranları bakımından önemli farklılıklar vardır.

8. KESİM PROBLEMİNE MATEMATİKSEL YAKLAŞIM VE OPTİMİZASYON KONTROLLERİ

Bu çalışmada kesim problemi matematiksel bir yaklaşımla incelenirken, CNC tezgâhda ve PHYTIA ile PC üzerinde elde edilen kesim planları optimallik kontrolünden geçirilmiştir. Bu amaçla QSB adlı optimizasyon programından yararlanılmıştır. Ayrıca, kesim problemine LOTUS ve benzeri programlar desteği ile yine PC üzerinde çözüm yolları önerilmiştir.

Kesim Problemi: Mobilya endüstrisinde olduğu gibi, uçak, gemi yapımı, ayakkabı, çelik konstrüksiyon, düz cam imalatı gibi çeşitli endüstrilerde karşılaşılan bir problemdir. Kesilecek şekillerin biçimsizliği, plakaların boyutları, kesim teknolojisi ve üretimle ilgili kısıtlar problemin karmaşıklığını etkiler. Çözümü için çeşitli yöntemler önerilen bu problem, dikdörtgen şekillerin yerleştirilmesi, giyotin kesim ve biçimsiz şekillerin yerleştirilmesi olarak üç ana grupta toparlanabilir (DAĞLI/TATOĞLU 1984).

Dikdörtgen şekillerin yerleştirilmesi ile ilgili problemler için fireyi minimize eden kesim planları bulan çeşitli matematiksel programlama yöntemleri önerilmektedir. Gilmore ve Gomory (1961) probleme iki aşamalı bir algoritma ile yaklaşarak, dinamik programlama ile ilk yerleşim seçeneklerini bulmakta ve daha sonra iki boyutlu en iyi yerleşimi veren bir tamsayılı programlama modelinden yararlanmaktadır. Başka bir model de H. Dyckhoff (1981) tarafından geliştirilmiştir. Giyotin kesim problemleri için Christofides ve Whitlock (1977) bir ağaç tarama algoritması önermektedir. Biçimsiz şekillerin plakalar üzerine yerleştirilmesinde sezgisel yaklaşımlar kullanılmaktadır (Dağlı ve Nişancı 1981).

Yerleştirilecek parçaların şekillerine göre, yapılan çalışmalar matematiksel programlama yöntemlerini ya da sezgisel algoritmaları kullanmaktadır. Matematiksel modelleri sezgisel algoritmalarla birlikte kullanan bir çalışma Dağlı ve Tatoğlu (1984) tarafından yapılmış ve Türkiye metal endüstrisinde fire oranının % 20'den % 7.7'lere düşürülebileceği bulunmuştur.

Kabin tipi mobilya üretiminde levha kesimi, fire ya da işlem zamanı minimizasyonu gibi iki ana hedefe göre gerçekleştirilir. Burada yapılan çalışmada fire minimizasyonu öncelik kazanmıştır. Problem, "standart ölçülerdeki plakalardan (yonga levha, suntalam... gibi), gerekli ürün parçalarını, ihtiyaç duyulan miktar ve boyutlarda minimum fire oranı ile üretmek' olarak tanımlanabilir. Plakalardan dikdörtgen kesitli şekillerin minimum fire oranı ile üretimi problemi, oluşturulan kesim planları dikkate alındığında bir doğrusal programlama problemi olarak formüle edilebilir. Bu durumda, problem sadece minimum fire oranını sağlayacak şekilde herbir kesim planındaki plaka sayısının belirlenmesine dönüşmektedir.

Problemin formülasyonu:

Fi: Herbir kesim planında gerçekleşen fire oranı (%)

Xi: Herbir kesim planında kesilecek levha miktarı (adet)

Pi: Herbir kesim planından elde edilen parça sayısı

Nk: Herbir parçadan ihtiyaç duyulan miktar (adet) olmak üzere,

Amaç Denklemi:

$$F_{\min} = F_1 X_1 + F_2 X_2 + F_3 X_3 + \dots + F_i X_i$$

Kısıtlar:

$$P_1 X_1 + P_1 X_2 + P_1 X_3 + \dots + P_1 X_i \geq N_1$$

$$P_2 X_1 + P_2 X_2 + P_2 X_3 + \dots + P_2 X_i \geq N_2$$

$$P_3 X_1 + P_3 X_2 + P_3 X_3 + \dots + P_3 X_i \geq N_3$$

$$\dots \dots \dots \dots \dots$$

$$\dots \dots \dots \dots \dots$$

$$\dots \dots \dots \dots \dots$$

$$P_i X_1 + P_i X_2 + P_i X_3 + \dots + P_i X_i \geq N_k$$

Optimizasyon Kontrolü: Yukarıdaki model çerçevesinde CNC tezgâhta ve PHYTIA'da bulunan sonuçlar ayrı ayrı programa girilmiş ve elde edilen sonuçlardan biri uygulama sonuçları ile kıyaslamalı olarak Çizelge-9'da özellenmiştir. Bu çizelgenin incelenmesinden görüleceği gibi, QSB'de mevcut sonuçların optimize edilmesi ile bulunan değerler CNC tezgâhta ve PHYTIA ile elde edilen değerlerle birbirine yakın sonuç vermekte ve özellikle kesim planının son aşamasında optimalikten sapma görülmektedir. Buradan, gerek CNC tezgâhta ve gerekse PHYTIA ile bulunan sonuçların matematiksel kesinlikte bir optimum sonuç taşımamakla beraber optimuma çok yakın sonuçlar verdiğini söyleyebiliriz.

Lotus Desteği: Çalışmanın bu aşamasında LÖTUS desteği ile probleme çözüm aranmakta ve kesim problemi bu açıdan modelize edilmektedir. Bu amaçla canlı hücreler oluşturulmakta ve sonuçta birebir ölçülerde hangi parçanın yatay ya da düşey konumda ne kadarlık bir fire oranı ile

Çizelge 9 : Uygulanan kesim sonuçlarının optimallik kontrolü

Table 9 : Control of the optimization obtained in panel cutting

CNC TEZGAHDA MELAMİNLİ YONGA LEVHA KESİMİ			PHYTIA İLE PS ÜZERİNDE YONGA LEVHA KESİMİ		
DEĞİŞKEN	ALDIĞI DEĞER		DEĞİŞKEN	ALDIĞI DEĞER	
	CNC	QSB		PHYTIA	QSB
X1	13	13	X1	11	13
X2	21	21	X2	51	51
X3	68	68	X3	26	26
X4	34	39	X4	12	12
X5	42	42	X5	15	54
X6	18	18	X6	16	0
X7	5	0	X7	25	0
X8	13	4			
X9	35	92			
X10	5	6			
X11	9	9			
X12	38	0			
X13	2	2			

yerleştirilebileceği görülmektedir. Ürün parçasının kesim yapılacak plaka üzerine yerleşim yönü fire oranını önemli ölçüde etkilemektedir.

Yapılan uygulamalardan birisi örnek olması amacı ile Çizelge-10'da verilmiştir. Çizelgede bulunan 1 birinci yerleşimin, yani levha uzun kenarına parçanın uzun kenarı gelecek şekilde seçilmesi gerektiğini, 2 ise ikinci yerleşim seçeneğinin, yani levhanın uzun kenarına parçanın kısa kenarı gelecek şekilde, 0 ise birinci ve ikinci yerleşim seçeneği arasında önemli bir fark olmadığı anlamına gelmektedir. Burada % 1'lik fire farkının önemli bir fark olmadığı kabul edilmiştir. Özetle, LOTUS benzeri programlar, uygun bir formülasyonla kesim probleminin çözümüne önemli ölçüde destek sağlayabilecektir.

Çizelge 10 : LOTUS'da birebir yerleşimde oluşan artık oranları.

Table 10 : The wastes obtained using LOTUS designed for PC's.

KESİLEN LEVHA	PARÇA KODU	BOYUNA YERLEŞİMDE FİRE %'Sİ	ENİNE YERLEŞİMDE FİRE %'Sİ	KESİM ÖNCELİĞİ
YONHA	1101	23	40	1
	1102	42	28	2
	1103	20	21	0
LEVHA	1104	25	34	1
	1205	13	4	2
	1206	19	20	0
	1207	3	14	1
ORTALAMA		19	23	—

9. BİLGİSAYAR KONTROLLU TEZGÂHLARDA DELİK DELME VE ZIVANA AÇMA UYGULAMASI

Kabin tipi mobilya üretiminde ihtiyaç duyulan deliklerin ve zivanaların parça üzerine açılması, genelde değişik yapıdaki klasik delik delme makinalarıyla gerçekleştirilmekte, ancak bunlar istenilen hassaslık ve esneklik düzeyinde yapılamamaktadır. Bugün bu işlemler klasik tezgâhların olumsuzluklarını kaldıracak şekilde, CNC tezgâhlarda gerçekleştirilmektedir.

CNC tezgâhlarda deliklerin planlanan koordinatlarda ve istenilen çap, derinlik ve hassaslık düzeyinde açılması için gerekli işlemler üç aşamada uygulanmaktadır. Bunlar;

- Parçaların tanımlanması ve tezgâha yüklenmesi,
- İşlem parametrelerinin ve önceliklerinin seçimi,
- Programın derlenmesi ve işlemin gerçekleştirilmesi.

Ürün Parçalarının Tanımlanması ve Tezgâha Yüklenmesi: Ürünü oluşturacak parçaların uygun şekilde biraraya getirilebilmesi için parça üzerinde ihtiyaç duyulan delgi işlemlerinin belirlenmesi, delik planlarının oluşturulması ve bunların tezgâh bilgisayarına yüklenmesi gerekir. Bu amaçla, tasarım aşamasında oluşturulan ürün parça listeleri yeniden gözden geçirilerek düzenlenir. Listelerden birisi örnek olması için Çizelge-11'de gösterilmiştir. Listelerdeki bilgiler ürün dosyalarına yüklenir. Bu dosyalar üretim esnasında yeniden oluşturulabileceği gibi, önceden oluşturulmuş bilgisayarda yüklü bir dosya yeniden güncelleştirilebilir. Seri üretim yapan işletmelerde bu dosyalar zamanla standart hale dönüşmekte ve üretim işlemleri daha az zaman alıcı ve kolay olmaktadır.

Çizelge 11: Delik delme işlemi için ürün parça listesi-1 *
Table 11 : The list of product parts for drilling

PARÇA KODU	PARÇA BOYUTU		PARÇA ADEDİ	DELİK SAYISI	KOORDİNATI		DER. Z	DEL. ÇAPI	TOP.DE SAYISI
	UZUN.	GENİŞ.			X	Y			
1101	620	410	1224	1	370	50	18	4	1224
				2	22	75	15	35	1224
				22	598	15	35	1224	
1102	740	650	204	1	610	690	18	4	204
				2	22	75	15	35	204
				22	718	15	35	204	
1103	740	450	816	1	40	690	18	4	816
				2	22	75	15	35	816
				22	665	15	35	816	
1104	620	400	204	1	378	310	18	4	204
				2	22	75	15	35	204
				22	545	15	35	204	
11205	600	400	504	1	360	550	18	4	504
				2	22	75	15	35	204
				22	545	15	35	504	
1206	750	600	126	1	40	710	18	4	126
				2	22	75	15	35	126
				22	695	15	35	126	
1207	400	150	504	1	128	200	18	4	504
Toplam Parça Adedi: 3582							GENEL TOPLAM:		9738

*) Çizelgelerde kullanılan uzunluk ölçü birimi mm'dir.

İşlem Parametrelerinin ve Önceliklerinin Seçimi: Ürün parçalarını tanımlayan bilgilerin bilgisayara yüklenmesinden sonra uygun parametrelerin seçimi ve işlem önceliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla tezgâh bilgisayarında takım uçları, makina işlem hızı ve referans noktaları tanımlanır. Eğer daha önce aynı işlem yapılmış ve bir parametre dosyası oluşturulmuş ise bu durumda sadece sözkonusu dosya güncelleştirilmektedir.

Programın Derlenmesi ve İşlemin Gerçekleştirilmesi: İşlem parametrelerinin ve varsa önceliklerinin seçiminden sonra CNC tezgâhta işlem başlatılır. Bu amaçla uygulama programı parça ya da tüm ürün grubu için derlenir. Daha önce üretilen ve parametrelerinde bir değişiklik duyulmayan parçalar için derleme programı çalıştırılmadan doğrudan delgi işlemi başlatılır.

CNC delik delme tezgâhında, toplam 9804 parça üzerinde ihtiyaç duyulan 34974 adet farklı çap ve derinlikteki delgi işlemleri toplam 71.2 saatte gerçekleştirilmiştir. Toplam işgücü ise 87

adam-saat olarak bulunmuştur. Parçaların bir kısmına ait veriler Çizelge-12'de özetlenmiştir. Delik delmede, işlem süresi parça boyutuna, koordinatlara, delik derinliğine ve çapına bağlı olarak değişmekle beraber ortalama 3 saniyedir. Bu uygulamada, işlem zamanından çok, CNC tezgâhın sağladığı sıfır hata düzeyi ve esnek bir yapıda çalışma daha önemlidir.

Çizelge 12: Delik delme işlemi sonuçları-1

Table 12 : The drilling results-1 on the CNC machines

PARÇA KODU	Parça Adı	İŞLEM SÜRESİ (saat)	HARCANAN İŞÇİLİK (adam-saat)
1101	Üst Dolap Kapağı	3,060	3,060
1102	Alt Dol. Kapağı-1	0,510	0,510
1103	Alt Dol. Kapağı-2	2,040	2,040
1104	Aspiratör Kapağı	0,510	0,510
1205	Alt Dol. Kapağı-3	1,260	1,260
1206	Alt Dol. Kapağı-4	0,315	0,315
1207	Çekmece Kapağı	0,420	0,420
T O P L A M		8,115	8,115

10. KLASİK YÖNTEMLE ATÖLYE-TİPİ BİR İŞLETMEDE ÜRETİM

Bilgisayar destekli olarak üretilen 330 adet mutfak takımının klasik yöntemle atölye tipi bir işletmede üretimi araştırılmıştır. ORARUM atölyesinde gerçekleştirilen 330 adet takıma ait, levha kesiminde ve delik delme işleminde harcanan işlem zamanı, işçilik ve fire değerleri araştırılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Mutfak takımlarının üretimi için levha kesim aşamasında toplam 371.25 saat, delik delme işlemi içinde 314.3 saat çalışılmıştır. Harcanan işçilik ise levha kesimi için 742.5 adam-saat, delik delme işlemi için de 483.8 saat'dir. Özetlenen sonuçlar, dinlenme ve ara verme gibi saatlerin dışındaki fiili çalışma saatleridir. Fire oranına ilişkin buradaki üretimin yapısı gereği net bir sonuç bulunamamıştır. Ancak, atölye tipi üretimde ortalama % 15-20'lerde seyreden fire değerinin burada oldukça düşük bir düzeyde gerçekleştiği söylenebilir.

11. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bilgisayar destekli üretim sistemlerinin kabin tipi mutfak mobilyasının üretimine uygulanması sonucu elde edilen işlem sürelerine ilişkin bulgular Çizelge 13'de özetlenmiştir. Üretimin levha kesim aşamasında ihtiyaç duyulan işlem süresi 371 saat'ten 15 saat'e düşerek 25 kat azalmıştır. Delik delme aşamasında ihtiyaç duyulan işlem süresi 4.4 katlık bir azalma ile 314 saat'ten 71 saat'e düşmüştür. Bu sonuçlar işgücü açısından değerlendirildiğinde, ihtiyaç duyulan işgücü, levha kesiminde 50 kat, delik delmede ise 5.6 kat azalmaktadır.

Çizelge 13 : Kabin tipi mutfak mobilyasının klasik yöntemle ve bilgisayar destekli olarak üretime ilişkin işlem süreleri.

Table 13 : The precessing times of cabinet kitchen furniturs in production units operating according to the tradational technology and CAM system.

İŞLEM TİPLERİ Processing Types	KLASİK YÖNTEM Tradational Technology a saat (hr)	BİLGİSAYAR DESTEKLİ CAM b saat (hr)	a/b
LEVHA KESİMİ Panel Cutting	371.25	15	24.75
DELİK DELME Drilling	314.3	71.2	4.4

Levha kesiminin bilgisayar kontrolü (CNC) tezgâhlarda gerçekleştirilmesi ya da bir kişisel bilgisayar (PC) üzerinde çalışan PHYTIA adlı optimizasyon programı ile planlanması sonucunda fire oranı 3 kat azalarak % 15-20'den % 6'ya düşmektedir.

AUTOCAD sistemi ile bir mutfak takımının tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama, yeterli donanımına sahip bir PC üzerinde ürünlerin tasarımının daha verimli bir şekilde yapılabileceğini ortaya koymaktadır. Tasarımı yapılan ürün parçaları üzerinde istenilen değişiklikler kolayca yapılabilmekte, oluşturulan ürün dosyaları ile tasarımda değişiklik ya da yeni ürün tasarımı oldukça kolaylaşmaktadır. Tasarımda bilgisayar desteğinin sağlanması bilgisayar destekli üretim sistemlerine geçmek için önemli bir adım oluşturmaktadır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar, bilgisayarla bütünleşik üretim sistemlerinin (CAD/CAM) Orman Ürünleri Endüstrisi'nde uygulanmasının bu endüstriye önemli bir rasyonelasyon sağlayacağını göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar ve ortaya konan tartışma çerçevesinde aşağıdaki öneriler yapılabilir:

- Orman Ürünleri Endüstri işletmeleri kendi yapılarını analiz ederek bilgisayar destekli üretim sistemlerine geçmek için yapılarına uygun stratejileri geliştirmeli ve geçiş planları oluşturmalarıdır.

- Bilgisayar destekli üretim sistemlerine geçişte matematiksel optimizasyon teknikleri ve bilgisayarlar önemli birer araç olarak kullanılmalıdır.

- Yeterli finansal güce sahip işletmeler bilgisayar destekli sistemlere doğrudan geçiş yapılmalıdır. Finansal gücü zayıf olan işletmeler ise bilgisayar destekli üretime geçişte aşamalı bir yol izlemelidir. Bu amaçla atılacak ilk adım, işletmede AUTOCAD, PHYTIA, LOTUS, QSB ve benzeri programları ve matematiksel optimizasyon tekniklerini kullanmaktır. İkinci adım ise, üretimde dar boğaz oluşturan alanlarda doğrudan bilgisayar desteğinin sağlanarak CAM uygulamasına başlamaktır. Son aşamada işletmeler, bilgisayar desteğini sağlamaya yönelik faaliyetler arasında entegrasyon sağlayarak çabaları ortak bir hedefe yani bilgisayarla bütünleşik üretim sistemlerine yönlendirmelidir.

THE APPLICATION OF THE COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING TO FOREST PRODUCTS INDUSTRY

Öğr. Gör. Dr. K. Hüseyin KOÇ

Abstract

The impact of the application of Computer Integrated Manufacturing (CIM) to Forest Products Industry was investigated. The methods investigated were: AUTOCAD system as a CAD system, CNC machine for panel cutting, and for drilling, and PHYTIA, a program for the personal computers. AUTOCAD system was used to design one of the kitchen furnitures. Computer Aided Manufacturing (CAM), was applied for production of 330 kitchen furniture. An optimization was obtained in panel cutting process by reducing waste in production. CAM helped to elevate accuracy and reduced production time in drilling operations.

The results showed that by using AUTOCAD an important reduction in products design process and in drafting time spent, and an increase in productivity, can be achieved. Application of CNC panel cutting machine in production, and by using PHYTIA, a reduction from 15-20 % to 6 % was obtained in the waste produced. By using CNC machine in panel cutting, a reduction from 371 hr to 15 hr was obtained in machine time. By using CNC machine in drilling, a reduction from 314 hr to 71 hr was obtained in machine time.

1. INTRODUCTION

The traditional production systems are replaced by the CIM systems integrated with numerical methods. The producers are enforced by the competition to apply technological innovations according to their own requirements. Therefore the forest product industry has to follow up, and analyse, technological innovations in the CIM (CAD/CAM) systems and develop a suitable plan to adopt them. CIM is the result of integration of CAD and CAM systems. A recent survey of technologically advanced industrial units indicated that 93 % of them use CAD and 61 % CAM (YOUSSEF 1992).

The degree of the use of computers in the forest product industry is lower than in the other industrial sectors. It is generally accepted, however, that the forest product industry could start to apply computers and benefit from their use as much as industrial sectors engaged in production of automobiles, airplanes or processing metals. The forest product industry is already using CIM in

the production of doors, windows, chair, etc. (LAIKA 1989; BRADLEY/VICKERS 1990; MARTENSON /FOLLIN 1990; WESTKAMPER/PREKWINKEL 1991; ZAPT 1992).

Present paper deals with the investigations on the impact of the application of CIM to Forest Products Industry. The results obtained indicate that by the application of CAD/CAM systems in the forest product industry, major improvements can be achieved in design, productivity and economic performance.

2. MATERIAL AND METHODS

Computer Aided Design (CAD) and Computer Aided Manufacturing (CAM) systems are used in the production 330 kitchen furnitures. The cut of 458 boards on Computer Numerical Control (CNC) machines were optimized and 34974 drilling of a variety of diameter, depth, and coordinates, were carried out on CNC machines in the production of 9804 pieces furniture. Data used in panel cutting and drilling is presented in Tables-1, 2 and 11.

The methods employed are CAD and CAM systems. AUTOCAD system is applied as a CAD system on PC. CNC machines for panel cutting, and for drilling, the program PHYTIA and LOTUS on PC for optimizing panel cutting plans, are applied as a CAM system. The program QSB on PC was used to control results of panel cutting plans.

Above systems are used in tree critical production stages: product design, panel cutting and drilling. For comparison same furnitures were produced in traditional production facilities.

3. RESULTS AND CONCLUSIONS

Results on the CAD/CAM applications to the processing time were shown in Table-13. The time required for cutting has been reduced from 371 to 15 hr, a reduction of 25 folds, and time required for drilling from 314 to 71 hr, a reduction of 4.4 folds. Labour required expressed as man-day has been reduced for panel cutting 50, for drilling 5.6, folds.

The waste produced in panel cutting on CNC machine and by application of the program PHYTIA has been reduced from 15-20 % to 6 %, a reduction of about 3 folds.

The results demonstrate that the application of CAD/CAM (CIM) systems on the Forest Product Industry will constitute an important rationalization.

Based on this conclusion following suggestions can be made:

- Production units using raw materials based on wood have to analyse their structure and develop strategies to adopt CIM systems, and transition plans into that system.

- In this transition the techniques of mathematical optimization, and computers should be used.

- Institutions with sufficient financial resources should go through this transition directly. Those with deficient resources should consider as a first step the adoption of AUTOCAD, PHYTIA, etc., and mathematical optimization techniques. The second step would be the application of CAM in critical areas of the production process. Finally the integration of the CAD and CAM should be aimed.

KAYNAKLAR

- AKKURT, M., 1986: *Bilgisayar Kontrollü Takım Tezgâhları ve Sistemleri I.T.Ü. Makina Fakültesi, Birsen Yayınevi.*
- BRADYEL, C., VICKERS, G.W., 1990: *Integrated Design And Manufacturing Utilising A PC: A Woodworking Industry Application, Victoria University.*
- CHANK, T.C., RICHARD, A.W., 1984: *Integrating CAD and CAM through automated process planning, Int. J. Prod. Res., v. 22, 5*
- ÇINAR, S. 1989: *Computer applications in the furniture and joinery industries. Furniture and joinery industries for developing countries, Seminer, UNIDO, Vienna.*
- DAĞLI, H.C., TATOĞLU, M. Y., 1984: *Metal Plakalardan Kesilecek Şekillerin Yerleştirilmesi İçin Sezgisel Bir Yöntem, Yöneyem Araştırması Dergisi, 3 (1).*
- DAĞLI, H.C., NIŞANCI, I.H., 1981: *A. Heuristik for Cutting Stock Problem International Conferans In Production Research, Novi Sad, Yugoslavya, Ağustos.*
- GEORGE, F.L. ve WILLIAM, A.S., 1989: *Artificial Intelligence and the Design of Expert Systems, University of New Mexico Albuquerque.*
- GROOVER, M.P., 1989: *Automation, Production Systems and Computer Int. Manufacturing, Prentice-Hall International Inc.*
- HANDKE, G., 1986: *Computer Integrated and Automated Manufacturing Systems in Aircraft, Int. J. Prod.Res., v. 24, n. 8*
- HANS, Z., 1989: *Rechnerintegrierte Fertigung-CIM, Seminars, Rechn. Fert. in der Holzindustrie, Rosenheim, HK 5.*
- KRISTIAN, B., ve DIG., 1989: *Rechner. Produktionsvorberetung und Leitung der Production in der Mob. mit dezentralen Computer systemen, Holztechnologie-Leibzig 30.*
- KURTOĞLU, A., 1993: *Mobilya Endüstrisi Ders Notları, I.Ü. Orman Fak., Yayınlanmamış, İstanbul.*
- LAIKA, A., 1989: *CNC Holzbearbeitungsmaschinen, Holz als Roh-und Werkstoff, Sayı 47.*
- LEO, A. ve HONGCHAO, Z., 1989: *Computer Aided Process Planning, Int. J. Prod. Res., Vol. 27, No. 4*
- LICHER, E., 1991: *Schnittwert-Datebank für die Holzbearbeitung, Holz als Roh-und Werkstoff Sayı: 49.*
- LONEY, G. C., ÖZSOY, T.M., 1987: *NC Macining of free form surfaces, Computer Aided Design, No. 19.*
- MARTENSSON, A. ve FOLLIN, A., 1991: *Computer-aided engineering systems in wood industry, Holz als Roh-und Werstoff 49.*
- PREKWINKEL, F., 1991: *Rechmergeführte Produktions Systeme für die Holzindustrie, Holz als Roh-und Werstoff 49.*
- PUIG-PEY, J. ve BIREBBIA, C., A., 1987: *Computer Aided Engineering Systems Handbook, Computational Mechanics Publications, Southampton Boston, Tokyo.*

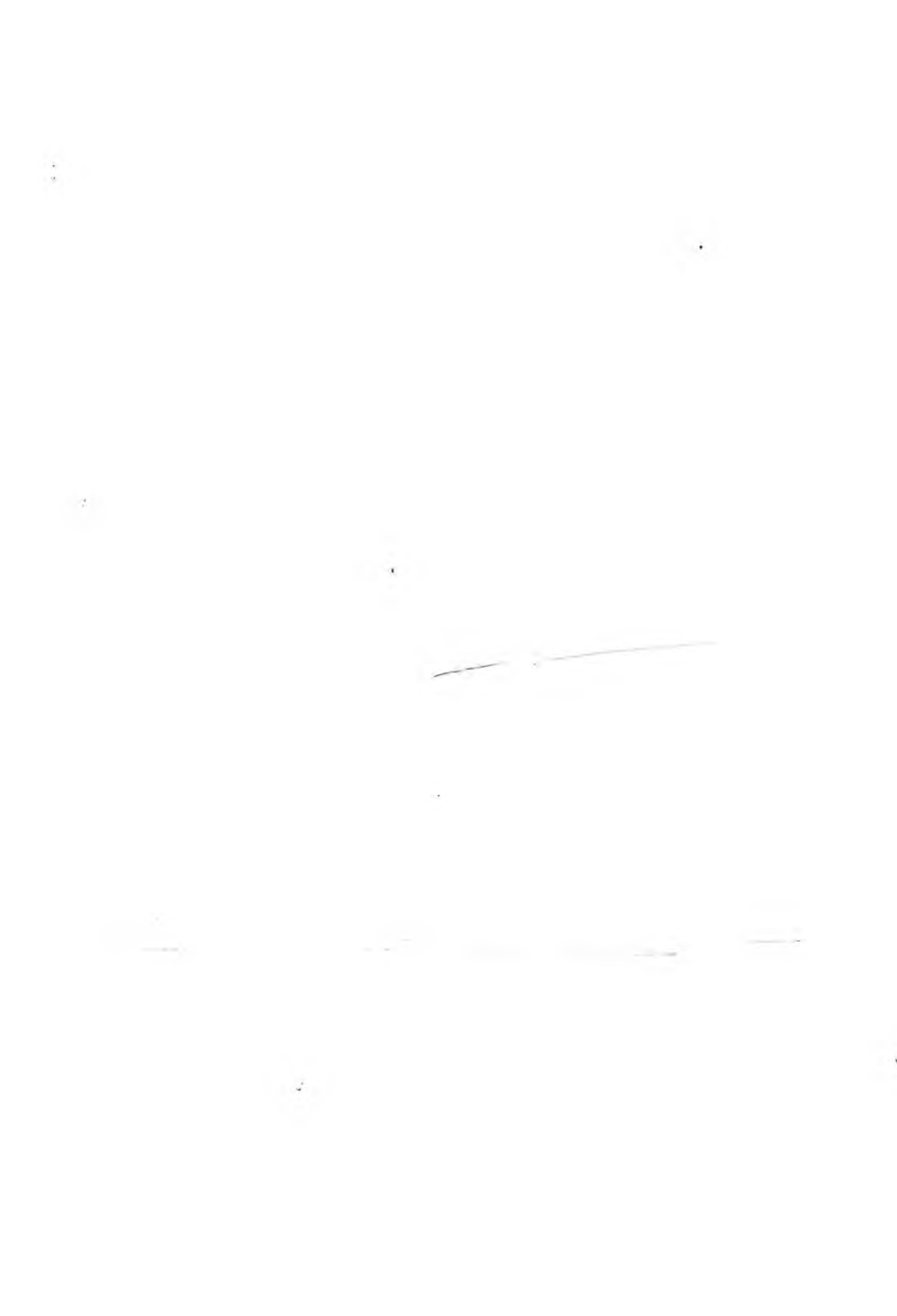
RICHARD, M.S., SRIKANTH, P., MOHAN, S.D., 1992: Feature-driven approach to the integration of CAD/CAM in Wireframe model Int. J. Prod. Res., Vol. 3, No. 5

TANYAŞ, M., 1992: Bilgisayar Destekli Üretim Planlama ve Kontrol, MPM Semineri, Yayımlanmamış, 18-20 Kasım, İstanbul

WESTKAMPER, E. ve PREKWINKEL, F., 1993: Rechnerintegrierte Production in der Holzbearbeitung, Holzforschung und Holzwertung Sayı 3, Braunschweig.

YOUSSEF, M.A., 1992: Getting to Know Advanced Manufacturing Technologies, Industrial Engineering, February.

ZAPT, C., 1992: CIM in der Schweizer Holzwirtschaft, Holforschung und Holzwertung, Sayı 5.



E. camaldulensis ve *E. grandis* ODUNUNUN HACİM-AĞIRLIK DEĞERLERİ VE LİF MORFOLOJİSİ

Y. Doç. Dr. Bahattin GÜRBOY¹⁾
Ar. Gör. Öznur ÖZDEN¹⁾

Kısa Özet

Bu ön çalışmada hızlı gelişen egzotik yapraklı türlerden okaliptüs (*E. camaldulensis*, *E. grandis*) odununun lif morfolojisi ve hacim-ağırlık değerleri saptanmış, selüloz ve kağıt endüstrisinde kullanılabilme açısından ele alınmıştır.

1. GİRİŞ

Angiospermae sınıfına dahil olan okaliptüs, Myrtales takımının Myrtaceae familyasında yer almakta olup, herdem yeşil ağaç, bazen de ağaçcık halinde bulunur (KAYACIK 1982).

Fransız Botanikçi L'Heritier'in bitkisel sistematikteki yerini belirlemesinden sonra dünyaya tanıtılmasında da en büyük rolü Fransızlar oynamışlardır. Bugün okaliptüsün tür sayısı hakkında kesin bir rakam verilememektedir. Işık (1989)'a göre 800'den fazla tür olduğu ifade edilmektedir (GÜRSES 1990).

Anavatanı Avustralya kıtası ve çevre adaları olan okaliptüs ağacı, Türkiye'ye ilk kez 1885 yılında Adana-Mersin Demiryolu'nun inşaatını yapan bir Fransız şirketi tarafından bu güzergahtaki istasyonlara süs bitkisi olarak dikilmek amacıyla getirilmiştir (ACAR, GÖKÇE 1971, KAYACIK 1982).

Türkiye'de ilk okaliptüs ağaçlandırması *E. camaldulensis* türü ile 04.02.1939 tarihinde 885 ha alanda Tarsus-Karabucak'ta maden direği ihtiyacını karşılamak üzere yapılmıştır (ADALI 1944). Bugün ülkemizde okaliptüs ağacı ile ağaçlandırılmış alan 13.505 ha olup, servet ise 1209415 m³'e ulaşmaktadır. Çoğunluğu *E. camaldulensis* türü olan bu miktarın yaklaşık yarısı Orman Genel Müdürlüğü içerisindeki alanlarda bulunmaktadır (GÜRSES 1987). Dünya'da okaliptüs ağaçlandırmaları miktarı ise 1979 yılı verilerine göre 4 010 447 ha'dır (FAO 1979). Hoody (1988)'e göre 70 ülkede 6 milyon hektardan fazla okaliptüs ağaçlandırması bulunmaktadır.

1) İ. Ü. Orman Fakültesi, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Okaliptüs, Sekoya gibi boylu ve büyük çaplı olan ağaçlardandır. Andrade (1938)'e göre Mös-yö Dobson 99 metre boyunda bir okaliptüs ağacı tesbit etmiştir. Yine çap olarak 4.80 m'ye ulaşabilenleri mevcuttur.

Ekolojik istekleri bakımından okaliptüsler genel olarak derin, orta derecede verimli, iyi bir tekstür ve strüktüre sahip topraklarda güzel gelişme gösterirler. Toprak pH'sının 7.0-8.0 arasında olması ağaçlandırmalarda arzu edilmelidir. Sulama olanağının olmadığı yerlerde ortalama yağış miktarı 650 mm'nin altına düşmemelidir. Genellikle en soğuk ay ortalamasının 0-2°C olduğu yerler, ekolojik şartlar uygun olduğu takdirde okaliptüsün sağlıklı olarak yetişmesi için yeterli olmaktadır. Bazı türleri daha düşük sıcaklık derecesine kadar dayanabilmektedir. Dikili halde iken herhangi bir böcek ve mantar hücumuna maruz kalmaması önemli avantajdır. Kesimden sonra bu tür arızaların önlenmesi ise, kesim zamanının 15 Kasım - 15 Mart arasında yapılması ile mümkün olmaktadır (AVCIOĞLU 1983).

Okaliptüs ağaçlandırmalarında idare süresi son kullanım yerine göre değişmekle beraber, enerji odunu ve kağıt sanayii için 4-8 yıldır.

Okaliptüs türleri arasında yapılan araştırmalarda servet artımı açısından en iyi türlerin *E. grandis* ve *E. camaldulensis* olduğu saptanmıştır. Dikim aralıklarının 3.5x3.5 m olarak alındığı 6 okaliptüs türü için en iyi verimin 3-7 yaşlarında 24.7 m³/ha/yıl ile *E. camaldulensis* ve 28.3 m³/ha/yıl ile *E. grandis*'te olduğu belirlenmiştir (SAYGIDEĞER 1987). Diğer bir araştırmaya göre yine 3.5x3.5 m dikim aralıklarında 10 yıllık idare süresinde yıllık artım *E. camaldulensis* için 33.5 m³/ha/yıl, *E. grandis* için ise 35 m³/ha/yıl olarak saptanmıştır (BİRLER ve Ark. 1982).

Dünyada oldukça geniş kullanım alanı olan okaliptüs odunu Türkiye'de piyasaya yeterli düzeyde sunulamaması ve kullanım alışkanlığının olmaması gibi nedenlerle genellikle ambalaj sanayiinde, seracılıkta, inşaat sektöründe, narenciye bahçelerinde ve yakacak odun olmak üzere çok az sayıda yerde kullanılmaktadır (GÜRSES 1987). Diğer taraftan okaliptüs türlerinden dünyada yılda 1 milyon ton kağıt hamuru üretilmekte olup, bu üretim sırasında mekanik, yarı kimyasal ve kimyasal yöntemler uygulanmaktadır. Bu üretim miktarının % 75'i Avustralya ve Portekiz'de elde edilmektedir (FAO 1979).

Hızla artan nüfus gereksinmelerine paralel olarak odun kullanan sanayi kollarında da özellikle hammadde açısından büyük güçlüklerle karşılaşmaktadır. Oldukça büyük miktarlarda odun hammadde tüketen selüloz ve kağıt endüstrisinde bu hammadde açığını azaltmak ancak hızlı gelişen türlerle çalışmak suretiyle mümkün olabilmektedir. Selüloz ve kağıt endüstrisi yönünden öncelikle gerekli olan hacim-ağırlık değerleri ve lif morfolojisi bulgularını saptamak üzere yukarıdaki okaliptüs türleri seçilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal Temini:

Hızlı gelişen orman ağaçları arasında önemli yer tutan okaliptüs türlerinden yurdumuzda oldukça iyi gelişme gösteren ve plantasyonlar halinde yetiştirilen önemli iki türü olan *E. camaldu-*

lensis ve *E. grandis*'in selüloz ve kağıt endüstrisinde değerlendirilmesi araştırmasının ön çalışmasında *E. camaldulensis* ve *E. grandis* odunu örnekleri Tarsus-Karabucak plantasyonlarından sağlanmıştır. Örnekler, daha önce bu konuda yapılan araştırmaların ışığı altında lif karakteri bakımından en homojen olduğu ve lif boyutlarının en yüksek değerlere ulaştığı 4-6 metreler arasından ve 7 yaşındaki ağaçlardan alınmıştır (STEPHENSON 1950).

2.2. Hacim-Ağırlık Değeri:

Ormanda kesilen birim hacim yaş odundan elde edilecek selüloz veriminin saptanması açısından hacim-ağırlık değeri önemli faktörlerden biri olup, kuru ağırlık (g)/yaş hacim (cm³) olarak ifade edilmektedir. 25 adet örnek üzerinde TAPPI T 258 os 76'ya göre tayin edilmiştir.

2.3. Lif Morfolojisi Ölçme Metodları:

Bir ağacın selüloz sanayiinde değerlendirilmesinde, odunun yapısına katılan hücrelerden lif verebilenlerin lif uzunluğu, genişliği, lümen genişliği ve çeper kalınlığı gibi lif boyutlarının tesbiti ve bu boyutların kendi aralarındaki ilişkileri önemli yer tutmaktadır. Liflerin serbest hale getirilmesi (maserasyon) işleminde hücre yapısının en az etkilendiği sodyum klorit ve asetik asitten yararlanılmıştır. Spearin ve Isenberg'in geliştirdikleri bu metoda göre elde edilen lifler boyanarak preparatlar hazırlanmıştır.

Lif uzunlukları projeksiyonlu mikroskop kullanılarak ve her örnek için 65 ölçme yaparak, lif genişliği, lümen genişliği ve çeper kalınlıkları ise yağ immersiyonlu objektif kullanılarak 50 adet lif hücresinin orta kısımlarından ölçülmek suretiyle yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada okaliptüs odunlarından elde edilen lif boyutları (lif uzunluğu, lif genişliği, çeper kalınlığı, lümen genişliği) ve hacim ağırlık değerleri Tablo-1'de toplu halde verilmiştir.

Geniş yapraklı ağaç türlerinde lif uzunluğu genel olarak 0.5-2 mm arasında değişmektedir. Klemm tarafından yapılan sınıflamada 2-3 mm uzun lif, 1-2 mm orta lif, 0.1-1 mm ise kısa lif olarak verilmektedir. Buna göre, kısa lif sınıfı arasında yer almaktadır. Diğer geniş yapraklı ağaç türlerinin lif boyutları ve hacim-ağırlık değerleri ile karşılaştırılması ise Tablo-2'de görülmektedir. Bu sonuçlara göre okaliptüs türlerinin lif uzunluğu, belirtilen diğer geniş yapraklı ağaçların lif uzunluklarından daha kısadır. lif genişliği bakımından kızılbaş ve melez kavak 1-214'ten daha ince, titre kavak, melez kavak 64 H, doğu çınarı, okaliptüs ile yakın değerlerde, gürgen, kayın, keçi söğütünden ise daha kalın olduğu görülmektedir. Yine Klemm tarafından yapılan sınıflamaya göre orta genişlikteki liflerin üst sınırına yakındır. Lümen genişliği diğerleri ile karşılaştırıldığında gürgen, kayın ve doğu kayınına yakın değerlerde, öteki geniş yapraklı ağaç türlerinden ise daha küçük değerlere sahiptirler. Okaliptüs örneklerinden saptanan çeper kalınlıkları doğu çınarı ve kayın dışında Tablo-2'deki bütün türlerden daha fazladır. *E. grandis* odununun hacim-ağırlık değeri diğer geniş yapraklı türler arasında belirlenenler arasında melez kavaktan biraz daha yüksek, titre kavak, aksöğüt ile yakın değerlerde diğerlerinden ise daha düşüktür ve selüloz üretimi için ideal sayıla-

Tablo 1 : Okaliptüslerin lif boyutları ve hacim-yoğunluk değerleri
Table 1 : Fiber dimensions and wood density of eucalypts

		T Ü R L E R		
		Eucalyptus grandis	<i>E. camaldulensis</i> (diri odun) Sap-wood	<i>E. camaldulensis</i> (öz odun) Heart wood
Lif uzunluğu (mm) Fiber length	Aritmetik ortalama Aritmetical mean	0.690	0.631	0.576
	Standard sapma Standart deviation	0.105	0.099	0.116
	Varyasyon katsayısı Coefficient of variation	15.217	15.689	20.138
Lif uzunluğu Genişliği (µm) Fiber width	Aritmetik ortalama Aritmetical mean	20.786	24.119	20.119
	Standard sapma Standart deviation	3.481	3.566	2.854
	Varyasyon katsayısı Coefficient of variation	16.747	14.785	14.186
Lümen genişliği (µm) Lumen diameters	Aritmetik ortalama Aritmetical mean	6.424	7.151	6.239
	Standard sapma Standart deviation	1.321	4.571	1.286
	Varyasyon katsayısı Coefficient of variation	20.423	21.969	20.660
Çeper kalınlığı (µm) Cell wall Thickness	Aritmetik ortalama Aritmetical mean	7.181	8.484	6.940
	Standard sapma Standart deviation	1.627	1.403	1.336
	Varyasyon katsayısı Coefficient of variation	22.657	16.537	19.251
Hacim-ağırlık değeri (g/cm ³) Wood density	Aritmetik ortalama Aritmetical mean	0.418		
	Standard sapma Standart deviation	0.024		
	Varyasyon katsayısı Coefficient of variation	5.742		

Tablo 2 : Bazı geniş yapraklı türlerin lif boyutları ve hacim-ağırlık değerleri
Table 2 : Fiber dimensions and wood density values of some hardwood species

Türler Species	Lif uzunluğu Fiber length (μm)	Lif genişliği Fiber width (μm)	Lümen genişliği Lümen Width (μm)	Çeper kalınlığı Cell wall thick. (μm)	Hacim ağırlık Cell wall thick. (μm)	Kaynak Source
Titrek kavak <i>Populus tremula</i>	1.086	21.85	11.39	5.23	0.426	Tank, Akkayan 1987
Melez kavak 1-214 <i>Populus euramericana x</i>	1.166	24.22	15.79	4.21	0.325	Huang 1971
Melez kavak 64 H <i>Populus euramericana x</i>	1.176	20.93	16.97	3.82	0.329	"
Melez kavak 70 D. <i>Populus euramericana x</i>	1.225	22.59	13.29	2.81	0.289	"
Gürgen <i>Carpinus orientalis</i>	1.216	16.81	6.96	4.92	0.659	Tank 1978
Kayın <i>Fagus orientalis</i>	1.165	19.54	5.23	7.30	0.569	"
Doğu Çınarı <i>Platanus orientalis</i>	1.505	21.99	6.01	9.06	0.488	Tank 1980
Kızılağaç <i>Alnus glutinosa</i>	1.096	27.48	16.77	5.12		Merev 1977
Aksöğüt <i>Salix alba</i>	0.918	20.76	10.81	4.98	0.411	Eroğlu 1987
Keçi söğüdü <i>Salix caprea</i>	0.880	18.97	9.98	4.47	0.469	Eroğlu 1987
Okalıptüs <i>E. grandis</i>	0.690	20.79	6.42	7.18	0.418	Tesbit
Okalıptüs <i>E. camaldulensis</i> (diri odun)	0.631	24.12	7.15	8.48	0.648	"
Okalıptüs <i>E. camaldulensis</i> (öz odun)	0.576	20.14	6.24	6.94	0.648	"

bilecek bir değerdedir. *E. camaldulensis* ise biraz büyük hacim-ağırlık değerinde bulunmuştur. Yalnız okaliptüs türleri ile yapılan araştırmalardaki lif boyutları ve hacim ağırlık değerleri.

Türler	Lif uzun-(mm)	Lif geniş. (mm)	Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Kaynak
<i>E. grandis</i>	0.76	–	0.742	Arbuthnot 1991
<i>E. macolua</i>	0.80	–	0.675	"
<i>E. macarthurii</i>	0.51-0.59	–	0.498-0.608	"
<i>E. grandis</i>	0.57-0.73	–	0.316-0.462	"
<i>E. saligna</i>	0.917	13		Hughes, Bijker 1991
<i>E. tereticoinis</i>	0.890	11		
<i>E. camaldulensis</i>	0.798	11.82	0.58	Huş, Tank, Göksel 1979

olarak verilmektedir.

Okaliptüslerin hacim-ağırlık değeri selüloz ve kağıt özelliklerinin tesbitinde önemli bir parametre olup, tür ve ağacın yaşına göre değişimler göstermektedir.

4. SONUÇ

Daha önce üzerinde ayrıntılı bir çalışma yapılan *E. camaldulensis* türü selülozunun kültürel kağıtların yapımında tercihan kullanılabileceği fakat ıslak mukavemetinin düşük olması nedeniyle bir miktar uzun lif ile karıştırılmasının uygun olacağı ifade edilmektedir (HUŞ, TANK, GÖKSEL 1975). Hacim-ağırlık değeri ağacın yaşına bağlı olarak artmaktadır. Bu nedenle ağacın kesim yaşının küçük olması gerekmektedir. Çünkü yüksek hacim-ağırlık değerine sahip odunlar daha hacimli, daha sert ve daha gözenekli kağıtlar oluşturmaktadır. Bu ise istenmeyen bir özelliktir.

Yurdumuzda lif morfolojisi açısından *E. grandis* odununun incelenmesi konusunda bir çalışma yapılmamıştır. Belirlenen ölçmelere göre diğer geniş yapraklı türlerde olduğu gibi yoğun ve sert kağıtların yapımına uygun olacaktır. *E. grandis*, *E. camaldulensis*'e göre hacim-ağırlık değeri açısından selüloz üretimi için çok uygundur. Bilindiği gibi hacim-ağırlık değeri 0.500 g/cm³'ten küçük olan türler kağıt yapımı için en uygun olanlardır.

FIBER MORPHOLOGY AND WOOD DENSITY OF *E. camaldulensis* and *E. grandis* WOODS

Y. Doç. Dr. Bahattin GÜRBOY
Ar. Gör. Öznur ÖZDEN

Abstract

In this study, fiber morphology and wood density of eucalypts (*E. camaldulensis* and *E. grandis*) the fast growing exotic broad leaved tree have been determined and they have been studied out on account of usability in pulp and paper industry.

1. INTRODUCTION

Eucalypts species belong to the genus eucalyptus, family of Myrtaceae, order myrtales and the class of Angiospermae. They are tall and evergreen trees, sometimes shrubs. The genus Eucalyptus is indigenous to Australia and the Islands to the near north of the continent but is has been planted widely in many part of the world for the last 115 years.

The first species planted in Turkey was *E. camaldulensis* the plantation area were about 885 ha. in 1939 after then some of others eucalypt species tried in the same area with success.

Raw material is an important problem in the wood-working industry this problem can be only solved by using fast growing species such as eucalypts for this reason eucalypt species have been selected for this study.

2. MATERIALS AND METHODS

Supplying of Samples

Two samples were selected from the plantation area in Tarsus-Turkey the samples taken from the 7 year old trees at the their 4-6 m height, were the fiber dimensions are at maksimum values.

Fiber length of each tree were measured by means of a micro projector. Fiber width and lumens were also measured by microscope width and lumens were also measured by microscope with and oil immersion objective. Wood density has been done according to the TAPPI method T 258 os-76.

3. DETERMINATIONS AND DISCUSSION

The results of fiber dimensions and wood density of the eucalypts were given in Table-1.

Some values of other broad leaved species and there hybrid poplar clones were also given in Table-2 for comparison. Eucalypts fibres have shorter than the other species. Fiber lengths were 0.576 and 0.631 mm in *E. camaldulensis* and 0.690 mm in *E. grandis*. Fiber width average were 20.12-24.12 microns and cell wall thickness are rather high except *Fagus orientalis* and *Platanus orientalis* lumen width close to the *Carpinus orientalis*, *F. orientalis* and *P. orientalis* and narrower than the other species.

Wood densities were 0.648 g/cm³ for *E. camaldulensis* and 0.418 g/cm³ for *E. grandis*.

4. CONCLUSION

According to the fiber length measurements they may be used in cultural paper production.

E. camaldulensis has higher wood density and produces bulkier, stiffer and more porous sheets.

E. grandis seems better in papermaking because of its lower density, 0.418 g/cm³, Smoother, denser and higher tensile strength sheets can be made from low density wood.

KAYNAKLAR

- ACAR, O., GÖKÇE, O., 1971. *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. Odununun Teknolojik Özellikleri Üzerinde Bazı Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülteni No: 5-6, İzmit.
- ADALI, F., 1944. Sağlık. Ağaç-Okaliptüs Ziraat Vekaleti, Neşriyat Genel Müdürlüğü, Genel Sayı: 609. Ülkü Basımevi, İstanbul.
- ANDRADE, N. (Çev: Hakkı Baha PARS) 1938. Okaliptüs. T.C. Orman Umum Müdürlüğü Neşriyatı: 1 Ankara.
- ARBUTHNOT, A.L., 1971. The Influence of Basic Wood density of Eucalypts on Pulp and Paper Properties.
- AVCIOĞLU, E., 1983. Okaliptüs Yetiştiriciliği ve İşlemesi. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi No: 58, Ankara.
- BİRLER, A.S., DOĞRU, M., AKYILDIZ, M., USTA, H., AVCIOĞLU, E. 1982. Okaliptüs (*E. camaldulensis* Dehn.) Plantasyonlarında İlk Yaşlardaki Gelişmeler Üzerine Dikim Sıklıklarının Etkisi.

- FAO, 1979. *Eucalypts for Planting* (Çev: Ergün AVCIOĞLU). FAO Forestry Series No: 11, Roma.
- GÜRSES, M.K. 1987. Yurdumuzda Mevcut Okaliptüs Ağaçlandırmalarının Kapladıkları Alanlar İle Bu Alanlardaki Servet Tahminleri ve Okaliptüs Odunu Tüketen Sanayi Kollarının Tesbiti. *Araştırma Enstitüsü Dergisi* 1987/2 İzmit.
- GÜRSES, M.K. 1990. Dünyada ve Türkiye'de Okaliptüs. Türkiye'de Okaliptüs Yetiştiriciliğinin 50. Yılı. *Araştırma Enstitüsü Dergisi* 1990/1 İzmit.
- HUGHES, L., BIJKER, J. 1991. Mitigation of Pitch Problem Arising from the Use of Eucalypts in The Kraft and Soda Pulping. *Symposium of Intensive Forestry: The Role of Eucalypts. Proceeding Volume 2. 2-6 September 1991 Durban-South Afrika.*
- KAYACIK, H. 1982. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği III. Cilt İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü. Yayın No. 3031. Orman Fakültesi Yayın No. 321 İstanbul.
- SAYGIDEĞER, S. 1987. Tarsus-Karabucak Eucalyptus Ormanlarında Bazı Eucalyptus Türleri Arasında Büyüme Hızı, Verim ve Kalori Değerleri Karşılaştırmaları. *Araştırma Enstitüsü Dergisi* 1987/1, İzmit.
- SPEARIN, W.E., ISENBERG, J.N., 1947. The Maseration of Woody Tissue with Acetic Acid and Sodium Chlorite. *Science* Vol. 105, No: 2721.
- STEPHENSON, J.N., 1950. *Pulp and Paper Manufacture Vol. 1. Mc. Grow Hill Publ. Co. Ltd. London.*
- TANK, T., AKKAYAN, C., 1987. *Populus tremula L. (Titrek kavak) Odununun Lif Morfolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A. 37 (2).*
- WATSON, A.J., DADSWELL, H.E. 1964. Influence of Fiber Morphology on Paper Properties III (146-156). *Jour. APPITA* Vol. 17, No. 6.

ÜÇ YERLİ ÇAM TÜRÜNÜN
(*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe,
Pinus pinea L.)
KURAK PERYOTTAKİ TRANSPİRASYON TUTUMLARININ
EKOFİZYOLOJİK ANALİZİ

Y. Doç. Dr. Hüseyin DİRİK¹⁾

Kısa Özet

Üç yerli çam türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe, *Pinus pinea* L.) kuraklığa karşı reaksiyonlarını belirlemek amacıyla kurak yaz periyodundaki transpirasyon tutumları analiz edilmiştir.

Araştırma bulgularına göre Kızılçam ve Anadolu karaçamının -8.0 M.Pa, Fıstıkçamının da -1.4 M.Pa su potansiyeli düzeylerinde su kayıplarına karşı stomatik düzenlemeyi başlattıkları, stomaların tamamen kapatılmasının ise Kızılçamda -2.2 M.Pa, Anadolu karaçamında -2.5 M.Pa, Fıstıkçamında -3.0 M.Pa düzeylerinde gerçekleştiği belirlenmiştir.

Bu sonuçlar, ekofizyolojik bakımdan Kızılçamın kuraklık etkilerine karşı yüksek bir dayanıklılık potansiyeline sahip olduğu, bu türü Anadolu karaçamının izlediği, Fıstıkçamının ise sınırlı kuraklık etkilerine uyum gösterebilen bir tür olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

1. GİRİŞ

Türkiye, yayılış gösteren orman ağacı türlerinin zenginliği ve hüküm süren iklim tiplerinin çeşitliliği ile ormancılık bakımından geniş varyasyonlara sahiptir. Bununla birlikte orman yetiştirme mntıklarının büyük bir bölümü yağış yetersizliğine ve düzensizliğine bağlı olarak kuraklık etkisi altındadır. Nitekim Erinç indiserine göre ülke genelinin yaklaşık 3/4'ü yılın 5-8 ayını kurak ve yarı kurak iklim koşulları altında geçirmektedir (TÜRKEŞ 1990). Bu dönem ağaçların aktif oldukları vejetasyon periyodunu da kapsayan nisan-ekim ayları arasında yaşanmaktadır. Dolayısıyla su kıtlığı ya da kuraklık etkisi genel olarak Türkiye ormancılığında ve özellikle silvikültüründe belirleyici bir rol oynamaktadır.

1) İ. Ü. Orman Fakültesi, Sivikültür Anabilim Dalı

Kuraklık etkisi altındaki yöre ve bölgelerde yayılış gösteren türler üzerinde bakım, gençleştirme ve ağaçlandırma gibi silvikültürel konularda alınacak kararlarda ve uygulamalarda, bu türlerin kuraklığa karşı tutumlarının iyi bilinmesi büyük önem taşır. Türlerin kuraklığa karşı reaksiyonları kolay açıklanabilir olmayıp, karmaşıktır (DUCREY 1988). Kara bitkileri bir taraftan köklerinin aşmak zorunda oldukları toprağın osmotik potansiyeli, diğer taraftan da direnmek zorunda oldukları atmosferik emme basıncının etkileri ile belirli bir su gerilimi altında yaşamaktadırlar. Dolayısıyla ağaç türlerinin genelde su statüleri, içinde yaşadıkları ekolojik koşullar ile türlere özgü fizyolojik karakteristikler tarafından belirlenmektedir. Bu nedenle türlerin kuraklığa karşı reaksiyonları ekofizyolojik araştırmalara konu edilmektedir.

Bu kapsamda yapılan araştırmaların, türlerin transpirasyon ve gaz değişimlerinin (transpirasyon, fotosentez) analizi ile su potansiyeli değerlerinin belirlenmesi bazında gerçekleştirilmesi, sonuçları bakımından açıklayıcı görülmektedir. Kuraklığa dayanıklılık mekanizmasının ortaya konması amacıyla yapılan bazı araştırmalarda, kesilmiş sürgün örnekleri ya da tam bir bitki örneğinin kontrollü koşullara yerleştirilerek transpirasyon tutumlarının belirlenmesi esas alınmıştır (OPPENHEIMER et ENGELBERG, 1965; LOPUSHINSKY 1969; BECKER 1970, 1974, 1977; MUNOZ 1983). Bazı araştırmalar da, türlerin kurak koşullardaki su potansiyeli değerlerinin saptanması temelinde dayandırılmıştır (AUSSENAC et GRANIER 1978; AUSSENAC 1980; BRAESCO 1980; AUSSENAC et VALETTE 1982; HINCKLEY et al., 1983; MUNOZ 1983; GUYON 1987; GRUNWALD et SCHILLER 1988). Diğer bazı araştırmalarda ise bu amaç için su potansiyeli değerlerinin saptanması yanında gaz değişimi (transpirasyon, fotosentez) özelliklerinin belirlenmesi esas alınmıştır (FINKELSTEIN 1981; AUSSENAC et FINKELSTEIN 1983; GRIEU 1986; GRIEU et al. 1988).

Ülkemizde doğal olarak bulunan orman ağacı türlerinin önemli bir bölümü Akdeniz iklim tiplerinin hüküm sürdüğü yaz kuraklığı etkisi altındaki ortamlarda yayılış göstermektedir. Bu araştırma ile Türkiye silvikültürü açısından önem taşıyan 3 yerli Akdeniz çam türü ele alınmış ve bu türlerin kurak yaz periyodundaki transpirasyon tutumlarının su potansiyeli düzeyleri ile denetlenerek kuraklığa karşı reaksiyonlarının belirlenmesine katkıda bulunmak hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmaya konu olarak Kızılcıam (*Pinus brutia* Ten.), Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) ve Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) türleri seçilmiş ve söz konusu türlere ait örnekler İstanbul-Atatürk Arboretumu'nda dikili olan bireylerinden elde edilmiştir. Kayıtlara göre her üç tür de, fidanlık aşamasında Antalya Orman Fidanlığı'nda yetiştirilmiş ve fidanları halinde Atatürk Arboretumu'na getirilmiştir. Aynı ortam koşullarında üretilen ve yetiştirilen bu türlerin orijinlerine ait bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Açıklanan türler üzerinde yürütülecek araştırmanın çalışma zamanının belirlenmesinde, yıl içindeki en kurak dönem esas alınarak, ağustos ayı seçilmiştir. 8 Ağustos 1994 sabahında Atatürk Arboretumu'na gidilerek türlere ait 3'er bireyden son vejetasyon dönemine ait sürgünleri taşıyan dal örnekleri alınmıştır. Örnekler vakit geçirilmeden laboratuvara getirilip saf su ile yıkandıktan sonra tam doygun hale getirilmek amacıyla saf su içinde +4°C'de 24 saat süre ile bekletilmiştir. Er-

Tablo 1 : İncelenen türlerin orijinlerine ait bilgiler**Tableau 1 :** Origine des espèces étudiées à l'Arboretum d'Atatürk-Istanbul

Türü (Espèces)	Yaşı (Ans)	Orijini (Origine)	
		Mevkii (Localité)	Yükselti (Altitude)
<i>Pinus brutia</i> Ten.	9	Düzlerçamı-Antalya	275 m
<i>Pinus nigra</i> Arn. ssp. <i>pallasiana</i> Lamb.	9	Söğüt-Antalya	1500 m
<i>Pinus pinea</i> L.	9	Bergama-İzmir	460 m

tesisi günün sabahı sürgün örnekleri saf su içinden çıkarılıp yüzeysel olarak kurulandıktan sonra su potansiyeli ölçümleri ile doymuş halde olup olmadıkları denetlenmiştir. Ölçüm sonuçlarında her üç türe ait sürgün örneklerinin de -0.1 M.Pa'nın üstünde bir değerle tam doymuş halde oldukları belirlenerek denemeye geçilmiştir.

Deneme, kontrollü ortam koşullarına (+26±1°C ortam sıcaklığı, % 60-65 bağıl nem, 4000-4250 lüks ışık şiddeti) yerleştirilen sürgün örneklerinin zaman içindeki dilimlerde transpirasyona bağlı su kayıplarının ve de su potansiyeli değerlerindeki değişimlerinin belirlenmesiyle gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla önce her üç türe ait 3'er sürgün örneğinin tam doymuş haldeki ağırlıkları tartılmış ve örnekler açıklanan ortam koşullarına bırakılmıştır. 15 dakika sonra sürgün örneklerinin yeni ağırlıkları tartılmış ve her türden birer sürgün örneği üzerinde su potansiyeli ölçümleri yapılmıştır. Aynı işlemlerin uygulanmasına 15'er dakikalık aralıklarla devam edilmiş, ancak ilerleyen sürelerde transpirasyon hızının yavaşlaması ile ölçü aralığı önce 30 dakika, sonra da 60 dakikaya çıkarılmıştır. Deneme, su kayıplarının iyice azaldığı 420 dakikalık süreye kadar devam ettirilmiş ve ağırlık tartılarında Mettler-80 terazisi, su potansiyeli ölçümlerinde de Scholander basınç odası aygıtı kullanılmıştır. İşlemlerin bitirilmesini takiben sürgün örnekleri kurutma fırınında 104°C'de 24 saat süre ile kurutulmuş ve tam kuru ağırlık değerleri saptanmıştır.

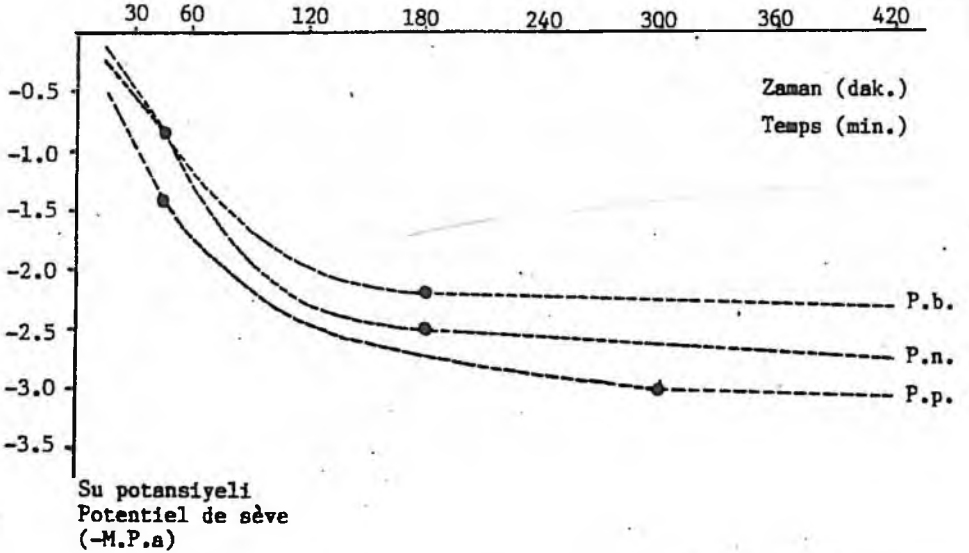
Elde edilen verilerle önce su kayıplarına karşı stomaların kapanmaya başladığı ve tamamen kapandığı noktalar belirlenmiştir. Stomaların kapanmaya başladığı ve tamamen kapandığı noktaların belirlenmesinde, zaman ile oransal doymuşluk (rölatif su içeriği) logaritmik değerleri arasındaki ilişkinin grafik çiziminden yararlanılmıştır. İki değişken arasındaki grafik ilişki tipik olarak önce doğrusal bir seyir, sonra doğrusal olmayan bir seyir, peşinden de tekrar doğrusal bir seyir göstermektedir. Doğrusal seyir diliminin doğrusal olmayan seyir dilimine dönüştüğü an, stomaların kapanmaya başladığı, doğrusal olmayan seyir diliminin tekrar doğrusal seyir dilimine dönüştüğü an da stomaların tamamen kapandığı durumu göstermektedir (LOPUSHINSKY 1969; AUSSE-NAC 1980).

Stomaların kapanmaya başladığı ve tamamen kapandıkları anların belirlenmesinden sonra sürgün örneklerinin bu anlardaki oransal doymuşluk (rölatif su içeriği) ve birikimli transpirasyon değerleri ile kutiküler transpirasyon değerleri gibi fizyolojik nitelikleri saptanmıştır.

3. BULGULAR

Tam doygun haldeki sürgün örneklerinin zamana bağlı transpirasyon hızları incelendiğinde, her üç türde de transpirasyonla oluşan su kayıplarının başlangıçta çok hızlı seyrettiği, bir noktadan sonra azalmaya başladığı ve nihayet bir noktaya gelindiğinde bu kayıpların oldukça az bir düzeye düştüğü belirlenmiştir. Transpirasyon hızının azalmaya başladığı ilk nokta, söz konusu türlerin su kayıplarına karşı korunmak amacıyla stomalarını kapatmaya başladıkları zamanı, transpirasyonun iyice azaldığı nokta da stomaların tamamen kapandıkları zamanı göstermektedir. Bu noktadan sonra minimum düzeyde devam eden su kayıpları ise sadece kutikula ile gerçekleşen transpirasyonu yansıtmaktadır.

Bu gelişim türler üzerinde su potansiyeli değerleri bakımından denendiğinde, su kayıplarını azaltmaya yönelik stomatik düzenlemenin Kızılcım ve Anadolu karaçamında -0.8 M.Pa, Fıstıkçamında ise -1.4 M.Pa düzeyinde gerçekleştiği görülmektedir (Tablo 2, Şekil 1).



Şekil 1 : Kızılcım (P.b.) Anadolu Karaçamı (P.n.) ve Fıstıkçamı (P.p.)'nda zamana göre su potansiyeli değerlerinin değişimi.
Figure 1 : Évolution du potentiel de sève en fonction du temps chez le pin brutia (P.b.), le pin de Pallas (P.n.) et le pin pignon (P.p.).

Devam eden su kayıplarına karşı stomaların tamamen kapandığı düzeyler ise, Kızılcım da -2.2 M.Pa, Anadolu karaçamında -2.5 M.Pa, Fıstıkçamında -3.0 M.Pa'dır. ayrıca stomaların tümüyle kapatılması Kızılcım ve Anadolu Karaçamında denemenin 180. dakikasında gerçekleşirken bu süre Fıstıkçamında 300. dakika olarak belirlenmiştir. Türlerin içsel su durumlarını yansıtan oransal doygunluk değerleri ile su kayıplarını gösteren birikimli transpirasyon değerleri genel olarak Kızılcımın en iyi durumda olduğunu, bu türü Anadolu karaçamı ve Fıstıkçamının izlediğini ortaya koymaktadır. Stomaların tamamen kapandığı andan deneme süresi sonuna kadar ölçülen kutiküler transpirasyon değerleri de yine aynı sıralamayı yansıtmaktadır.

Tablo 2 : Stomaların kapanmaya başladıkları θ tamamen kapandıkları (0) anlarla ilgili öz suyu potansiyeli, geçen süre, oransal doygunluk ve birikimli transpirasyon değerleri ile stomaların kapanmasından sonra ölçülen kutikula transpirasyonu değerleri.

Tableau 2 : Potentiel de sève, temps, turgescence relative et transpiration cumulée au moment du début de la fermeture des stomates θ et de la fin de la fermeture des stomates (0), et transpiration cuticulaire après de la fin de la fermeture des stomates

Türler Espèces		Öz suyu potansiyeli Potentiel de sève (M.Pa)	Zaman Temps (dakika) (minute)	Oransal doygunluk Turgescence relative (%)	Birikimli transpirasyon Transpiration cumulée (gr H ₂ O/100 gr kuru ağırl.)	Kutiküler transpirasyon Transpiration cuticulaire (gr H ₂ O/100 gr kuru ağırl./dk)
<i>Pinus brutia</i> Ten.	θ	- 0.8	45	90.06	20.19	0.030
	0	- 2.2	180	81.87	36.83	
<i>Pinus nigra</i> Arn. ssp. <i>pallasiana</i> Lamb. Holmboe	θ	- 0.8	45	85.92	27.73	0.028
	0	- 2.5	180	67.35	64.30	
<i>Pinus pinea</i> T.	θ	- 1.4	45	90.87	21.02	0.039
	0	- 3.0	300	67.70	74.35	

4. TARTIŞMA

Araştırma sonuçlarına göre transpirasyonla oluşan su kayıplarına karşı en iyi direnci Kızılçam göstermekte, bu türü Anadolu karaçamı ve Fıstıkçamı izlemektedir. Genel olarak türlerin su stresi sürecindeki transpirasyon seyirlerinin ekofizyolojik açıdan yorumlanmasında, stomaların tamamen kapandığı andaki içsel su durumunun (oransal doygunluk, öz suyu potansiyeli) kuraklığa dayanıklılık konusunda iyi bir gösterge olduğu ve bu değerlerin yüksek olması ölçüsünde söz konusu türlerin kuraklığa karşı dayanıklı kabul edildikleri belirtilmektedir (AUSSENAC et GRANIER, 1978; AUSSENAC, 1980). Araştırma kapsamında ele alınan türler bu açıdan değerlendirildiğinde, oransal olarak kuraklığa karşı en iyi dayanıklılık potansiyeline sahip olan türün Kızılçam olduğunu, bu türü sırasıyla Anadolu karaçamı ve Fıstıkçamının izlediğini belirtmek mümkündür.

Kızılçam gerek -0.8 M.Pa düzeyinde su kayıplarına karşı stomatik düzenlemeyi başlatmak ve gerekse -2.2 M.Pa su potansiyeli ve % 81.87 oransal doygunluk gibi düşük olmayan düzeylerde stomalarını kapatmakla diğer iki türden belirgin bir farklılık göstermektedir. TACENUR (1985), aralarında Anadolu karaçamının da bulunduğu çeşitli iğne yapraklı türler üzerinde gerçekleştirdiği araştırmanın sonuçlarında, iğne yapraklardaki potasyum konsantrasyonları bakımından en yüksek değerlerin Kızılçam fidanlarında saptandığını belirtmektedir. Potasyumun bitkide turgoru artırıp transpirasyonu azaltıcı bir işleve sahip olması dikkate alındığında, bu sonuç Kızılçam fidanlarının kuraklığa daha dayanıklı bir tür olduğu yaklaşımını desteklemektedir. Kızılçamın kuraklığa karşı reaksiyonu bazı araştırmalara konu edilmiştir. İtalya ve İsrail'deki plantasyonları üzerinde bu tür ile Halepçamını karşılıklı analiz eden araştırmalarda, Halepçamının Kızılçama göre kuraklığa daha dayanıklı bir tür olduğu sonucuna varılmıştır (ECCHER et al., 1987; GRUNWALD et SCHILLER 1988). Aynı kapsamda yapılan diğer bir araştırmada ise, Halepçamı kuraklığa daha dayanıklı bulunmakla birlikte, Kızılçamın su kayıplarına karşı önemli morfolojik ve anatomik adaptasyon özelliği gösterdiği belirlenmiştir (ABIDO 1983).

Anadolu karaçamı stomatik düzenlemeyi -0.8 M.Pa gibi yüksek bir düzeyde başlatmakla birlikte, stomaların tamamen kapandığı anda Kızılçama göre daha düşük özsuu düzeyleri (-2.5 M.Pa su potansiyeli, % 67.35 oransal doygunluk) göstermektedir. AUSSENAC (1980), karaçamlar üzerinde gerçekleştirdiği araştırmasında, Türkiye orijinli (Çeliker, 1100 m) Anadolu karaçamı alt türünde benzer sonuçlar elde etmiş ve bu alt türü ekolojik açıdan etkili kuraklık düzeylerine dayanıklı şeklinde yorumlamıştır. Bununla birlikte aynı araştırmanın sonuçlarına göre, Korsika karaçamı ile birlikte Kırım orijinli Anadolu karaçamının kuraklığa karşı daha duyarlı olmakla karaçamın diğer alt türlerinden ayrıldığı belirlenmiştir.

Fıstıkçamı oransal doygunluk yüzdesi bakımından (% 67.70) Anadolu karaçamı ile aynı değerlerde bulunmakla birlikte, su potansiyeli değeri (-3.0 M.Pa) bakımından belirgin ölçüde düşük düzeydedir. Bu sonuç Fıstıkçamında doymuş haldeki su içeriğinin Anadolu karaçamı ve Kızılçamdan daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Fıstıkçamında dikkati çeken diğer bir sonuç da, stomaların tamamen kapanmasına kadar geçen sürenin (300 dk.) diğer iki türden daha uzun olmasıdır. OPPENHEIMER et ENGELBERG (1965), *Pinus radiata*, *Pinus pinea* ve *Pinus halepensis* türleri üzerinde yaptıkları araştırmanın sonuçlarında Fıstıkçamını kuraklığa karşı az duyarlı bir tür olarak nitelemişler ve bu türün stomalarını çok yavaş bir tempoda kapadığını belirlemişlerdir. Bununla birlikte Fıstıkçamının atmosferik kuraklığa karşı çok dayanıklı bir tür olduğu da başka bir araştırma sonuçları ile ortaya konmuştur (GRIEU et al. 1988).

Bu araştırmada genel olarak söz konusu türlerin Akdeniz orijinleri üzerinde çalışılmıştır. Elde edilen bulgularla ekolojik açıdan Kızılçam ve Anadolu karaçamı için kuraklığa karşı dayanıklı türler oldukları, bunlardan özellikle Kızılçamın kuvvetli kuraklık etkilerine karşı yüksek bir dayanıklılık potansiyeli gösterdiği, Fıstıkçamının ise sınırlı kuraklık etkilerine uyumlu bir tür olduğu yorumu yapılabilir.

Şüphesiz birer orijin ile yürütülen bu araştırmanın sonuçları, her üç tür genelinde hüküm vermek açısından yeterli olmayacaktır. Kızılçam ve Anadolu karaçamı gibi ülkemizde geniş yayılmış gösteren türlerde farklı biyoklimatik zonları temsil eden orijinlerle denemelerin ilerletilmesi, hem türlerin kuraklığa karşı reaksiyonlarını daha kapsamlı belirlemek, hem de kuraklığa karşı reaksiyonları bakımından tür içi variabiliteyi ortaya koymak yönleriyle yararlı sonuçlar verebilecektir.

Orman ağaçlarının kuraklığa karşı reaksiyonlarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen araştırmalara çok çeşitli iğne yapraklı ve geniş yapraklı türler konu edilmiştir. Bu araştırmaların sonuçları, kuraklığa dayanıklılık mekanizmasının çok sayıdaki karmaşık fizyolojik ve ekolojik faktörlerin kontrolünde olması nedeniyle, genelde ele alınan türler açısından oransal değerler olarak açıklanmaktadır. Yapılan araştırmaların ortaya çıkardığı bir başka sonuç da, su kayıplarına karşı önlem olarak başvurulan stomatik düzenlemelerin transpirasyon yanında fotosentez üzerindeki etkileridir. Duglaz göknarı ve Sedir türleri üzerinde yapılan araştırmalar, transpirasyon hızının azalmasını aynı zamanda fotosentez aktivitesinde de yavaşlamaya neden olduğunu ortaya koymuştur (FINKELSTEIN 1981; AUSSÉNAC et FINKELSTEIN 1983; GRIEU 1986). Nitekim değişik iğne yapraklı türlerle yapılan araştırmalarda genel olarak çam türlerinin kuraklığa karşı daha dayanıklı bulunması, çam türlerinin genelde sürgün büyümelerini kuraklık etkisinin henüz ağırlaştırmadığı vejetasyon periyodunun ilk dilimlerinde tamamlamış olmaları ile açıklanmaktadır (BECKER, 1974). Bu sonuçlar araştırma bulgularına daha kapsamlı bir irdeleme olanağı yaratmaktadır. Zira büyüme-uyku ritimleri bakımından ele alınan türlerden Kızılçam polisiklik, Anadolu karaçamı kısa süreçli monosiklik, Fıstıkçamı da uzun süreçli monosiklik karakterde türlerdir. Bu tanımlamalar ve yukarıda açıklanan araştırmaların sonuçlarına göre, Anadolu karaçamının kuraklığa karşı dayanıklı, Fıstıkçamının da az duyarlı bir tür olarak nitelenmesi ekofizyolojik açıdan beklenen bir sonuçtur. Ancak Kızılçamın hem kuraklık etkilerine karşı stomatik düzenlemeyi erken gerçekleştirebilmesi, hem de uzun bir vejetasyon periyodu içinde birden çok sürgün geliştirebilmesi, kuraklığa dayanıklılık açısından dikkate değer tür olduğunu ortaya koymaktadır. Zira esas kuraklığa karşı dayanıklı olan türler hem erken transpirasyon kontrolünü gerçekleştirebilen, hem de fotosentez mekanizmaları bakımından üstün üretim yeteneğine sahip olan türler olarak tanımlanmaktadır (BECKER 1977).

**ANALYSE ECOPHYSIOLOGIQUE
DES COMPORTEMENTS DE TRANSPIRATION DE
TROIS ESPECES FORESTIERS
(*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe,
Pinus pinea L.)**

Y. Doç. Dr. Hüseyin DİRİK

S o m m a i r e

Dans cette recherche, on a été étudié les comportements hydriques de trois espèces méditerranéennes de Pins (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe, *Pinus pinea* L.) en phase de dessiccation.

L'évaluation de transpiration (transpiration cumulée, transpiration cuticulaire) et de l'état hydrique (potentiel de sève, turgescence relative) en fonction du temps ont été analysés, et on a déterminé ainsi le début et la fin de la fermeture des stomates pour les trois espèces.

D'après les résultats obtenues, il est possible de noter une bonne adaptation à la sécheresse chez le pin brutia et une moins bonne adaptation chez le pin pignon. Le pin de pallas peut considérer comme une sous espèce intermédiaire entre deux espèces.

1. INTRODUCTION

Environs de 3/4 de surface totale de la Turquie restent sous l'influence des conditions de climats aride et semi-aride en period qui varient entre 5-8 mois de l'anne. C'est pourquoi la sécheress joue un rôle determinant sur les traitements sylvicoles en forestière turque.

Dans cette recherche, on a été étudié les comportements hydriques en phase de dessiccation de trois espèces méditerranéennes des pins (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe, *Pinus pinea* L.) qui s'étend naturellement en Turquie, a fin de contribuer à préciser leurs mécanismes de réactions à la sécheresse.

MATERIAL ET METHODES

Les essais se sont effectués dans l'Arboretum d'Atatürk près d'Istanbul, en utilisant des rameaux excisés des trois espèces. Les origines des espèces étudiées ont été expliquées en tableau 1

(dans le texte turque) Pour les réalisations des essais, on a suivi la méthode appliqué par Aussenac (1980).

Des rameaux qui ont été prélevés sur des arbres des trois espèces ont été totalement immergés dans l'eau pure pendant 24 heures. Ils sont alors atteint leur pleine turgescence. Les rameaux ont été installé dans un local où les conditions étaient les suivantes: température $26^{\circ}\text{C}\pm 1$, humidité relative 65 p. 100 et éclairciment 4000-4250 lux.

Les pertes d'eau par transpiration et les valeurs du potentiel de sève des trois rameaux pour chaque espèce ont été mesurés périodiquement au cours de 420 minutes.

Le début et la fin de fermeture des stomates ont été déterminés à partir de la représentation graphique du logarithme de la turgescence relative en fonction du temps.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats obtenues à la fin des travaux ont été expliquées dans le tableau récapitulatif (tableau 2, dans le texte turque). Selon les résultats, le pin brutia a montré relativement plus mieux résistance aux pertes d'eau par transpiration que l'autres espèces. Cette espèce présente un meilleur état hydrique au moment de la fin de fermeture des stomates (potentiel de sève: 2.2 M. Pa, turgescence relative: 81.87 p. 100) grâce à un freinage stomatique précoce et efficace. D'après les résultats d'une autre recherche, Tacenur (1985) a déterminé que la concentration en potassium dans les aiguilles des jeunes plants de pin brutia est plus élevé que l'autres plants résineux dans les quelles le pin de Pallas s'est trouvé, On sait que le potassium augmente le potentiel de turgescence dans une cellule ainsi les pertes transpiratoires diminuent. Cependant, Abido (1983) a constaté que le pin brutia présente des adaptations anatomiques et morphologiques pour conserver l'état hydrique existant. Pin de Pallas montre un contrôle précoce de la transpiration (début de fermeture des stomates à 0.8 M. Pa); la fin de fermeture n'intervient qu'à -2.5 M. Pa. Ces valeurs obtenues pour le pin Pallas sont très voisines de celles obtenues par Aussenac (1980). Mais la turgescence relative au moment de la fin de fermeture stomates est faible (67.35 p. 100). Le pin pignon au contraire, montre un contrôle très tardif de la transpiration (-1.4 M.Pa) et la transpiration uniquement cuticulaire n'est atteinte que pour un potentiel de sève bas (-3.0 M.Pa).

A l'interprétation écologique de ces résultats, il est possible de noter une bonne adaptation à la sécheresse chez le pin brutia et une moins bonne adaptation chez le pin pignon. Quant à le pin de Pallas, on peut le considérer comme une sous-espèce intermédiaire entre deux espèces. D'autre parte, en ce qui concerne les rythmes de croissance en hauteur, les espèces étudiées peuvent faire connaître les suivantes: une espèce polycyclique pour le pin brutia, une sous-espèce monocyclique courte pour le pin de Pallas et une espèce monocyclique longue pour le pin pignon. A cet égard le pin brutia est une espèce très intéressante en vue de non seulement résistance a la sécheresse mais aussi vitesse de croissance.

KAYNAKLAR

- ABIDO, M.S., 1983. Drought tolerance comparaison of Aleppo pine and brutia pine seedlings. Thesis summary. *Forestry Abstracts*, 44 (11), s. 705.
- AUSSENAC, G., GRANIER, A., 1978. Quelques résultats de cinétique journalière du potentiel de sève chez les arbres forestiers. *Ann. Sci. forest.*, 35 (1), s. 19-32.
- AUSSENAC, G., 1980. Comportement hydrique de rameaux excisés de quelques espèces de sapins et de pins noirs en phase de dessiccation. *Ann. Sci. forest.*, 37 (3), s. 201-215.
- AUSSENAC, G., VALETTE, J.C., 1982. Comportement hydrique estival de *Cedrus atlantica* Manetti, *Quercus ilex* L. et *Quercus pubescens* Willd. et de divers pins dans le Mont Ventoux. *Ann. Sci. forest.*, 39 (1), s. 41-62.
- AUSSENAC, G., FINKELSTEIN, D., 1983. Influence de la sécheresse sur la croissance et la photosynthèse du cèdre. *Ann. Sci. forest.*, 40 (1), s. 67-77.
- BECKER, M., 1970. Transpiration et comportement vis à vis de la sécheresse de jeunes plants forestiers (*Abies alba* Mill., *Picea abies* (L.) Karsten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *laricio* Poir., *Pinus strobus* L.). *Ann. Sci. forest.*, 27 (4), s. 401-420.
- BECKER, M., 1974. Etude expérimentale de la transpiration et du développement de jeunes Douglas en fonction de l'alimentation en eau. *Ann. Sci. forest.*, 31 (2), s. 97-109.
- BECKER, M., 1977. Contribution à l'étude de la transpiration et de l'adaptation à la sécheresse des jeunes plants résineux. Exemple de 3 sapins du pourtour méditerranéen (*Abies alba*, *A. nordmanniana*, *A. numidica*). *Ann. Sci. forest.*, 34 (2), s. 137-158.
- BRAESCO, A., 1980. Potentiels de sève et réaction à la sécheresse des Cèdres, Pins et Chênes en Provence calcaire. INRA-Station de Sylviculture méditerranéenne Avignon, 29 s.
- DUCREY, M., 1988. Réactions à la sécheresse de quelques espèces forestières méditerranéennes. *R.F.F.*, XL (5), s. 359-370.
- ECCHER, A., FUSARO, E., PELLERI, F., 1987. Résultats de l'expérimentation italienne sur les principales provenances de pins de la section halepensis dix ans après la plantation. *Forêt méditerranéenne*, IX (1), s. 5-14).
- FINKELSTEIN, D., 1981. Contribution à la caractérisation écophysiologicals du cèdre. Etude de la croissance et des échanges gazeux. Thèse de doctorat troisième cycle, Nancy, 145 s.
- GRIEU, P., 1986. Ecophysologie du douglas: Contribution à l'étude de l'influence des déficits hydriques sur les échanges gazeux, la croissance et l'accumulation de métabolites organiques. Thèse de doctorat de l'Université d Nancy I, Nancy, 169 s.
- GRIEU, P., AUSSENAC, G., BOUACHRINE, J.J., GUEHL, J.M., 1988. Optimisation des relations entre photosynthèse et transpiration chez quelques conifères méditerranéens soumis à une sécheresse atmosphérique. *Time Scales and Water Stress. Proceedings of 5 th. International Conference On Mediterranean Ecosystems*. di Castri F., Floret Ch., Rambal S., Roy J. (Eds). IUBS, Paris, s. 599-607.
- GRUNWALD, C., SCHILLER, G., 1988. Needle xylem water potential and water saturation deficit in provenances of *Pinus halepensis* Mill. and *P. brutia* Ten. *Forêt méditerranéenne*, X (2), s. 407-414.
- GUYON, J.P., 1987. Analyse des courbes "pression-volume" de rameaux de trois espèces forestières. *Acta Oecologia, Oecologia Applicata*, 8 (4), s. 363-370.

HINCKLEY, T.M., DUHME, F., HINCKLEY, A.R., RICHTER, H., 1983. Drought relations of shrub species: assesment of the mechanisms of drought resistance. *Oecologia (Berlin)*, 59, s. 344-350.

LOPUSHINSKY, W., 1969. Stomatal closure in conifer seedlings in response to leaf moisture stress. *Bot. Gaz.*, 130 (4), s. 258-263.

MUNOZ, S., 1983. *Ecophysiologie d'espèces forestières de la zone à Chêne pubescent sur la face sud du Mont-Ventoux. INRA-Station de Sylviculture méditerranéenne-Avignon. Mémoire BTS, Document no 19-84, 31 s.*

OPENHEIMER, H.R., ENGELBERG, N., 1965. Mesure du degré d'ouverture des stomates de conifères. Méthodes anciennes et modernes. *Methodology of Plant Eco-physiology. Proceedings of the Montpellier Symposium (F.E. Eckardt eds.)*. s. 317-323.

TACENUR, İ.A., 1985. Bazı fidanlıklarımızdaki çeşitli ibrelî fidanların kaliteleri ile fidanlarda topraktan tükeilen bazı besin maddeleri ve gübreleme. *Orman Müh. Dergisi*, 12, s. 27-35.

TÜRKEŞ, M., 1990. Türkiye'de kurak bölgeler ve önemli kurak yıllar. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü'nde hazırlanmış doktora tezi, 195 s.



İSTANBUL YAKININDA ODUN İŞLEYEN FABRİKALARDA MİKROBİK AERÖSOLLER¹⁾

Orm. End. Y. Müh. Ali GÖKER²⁾
Doç. Dr. H. Haluk ÜNLİGİL²⁾

Kısa Özet

İstanbul yakınında dört mobilya fabrikasında malt-agar içeren Petri-kapları ekspoze etme, yani bir sedimentasyon hızını ölçme, yöntemi kullanılarak havanın yaşam yeteneğindeki mikrobik aerosol konsantrasyonu incelendi. Saatte dm^2 'ye düşen Koloni Oluşturan Ünite ($KOÜ/dm^2/saat$) olarak ifade edilen sedimentasyon hızı, genellikle, fabrikaların çalışmaya başlamaları ile artım gösterdi.

Hava basıncı ile çalışan partikül toplama ve havalandırma sistemleri ile donatılmış olan modern bir fabrikada yapılan ölçmeler makinaların çalışması süresince fabrika içi aerosol konsantrasyonunun artım göstermekle beraber, aşırı derecede düşük kaldığını (4 ölçme ortalaması $160 KOÜ/dm^2/saat$) gösterdi. Bu değer fabrika dışında açık havada aynı anda yapılan ölçmelerde saptanan değer in de altında kaldı.

Öteki fabrikalarda iş süresince fabrika içi aerosol konsantrasyonu fabrika dışı konsantrasyonun üstünde bulundu. Partikül toplama ve havalandırma sistemleri bulunmayan bir atölyede ise sedimentasyon hızı çok yüksek bir düzeye, $1587 KOÜ/dm^2/saat$ düzeyinde bir maksimuma, erişti (4 ölçme ortalaması $1300 KOÜ/dm^2/saat$).

1. GİRİŞ

Odun işleyen fabrikalarda işyeri havasındaki mikrobik aerosoller işçi sağlığı ve işlenen maddelerin mantar zararına karşı korunması bakımından önemlidir. Bu kirleticilerin yonga üretme veya odun kurutma gibi işlemlerin yapıldığı yerlerde aşırı yoğunluğa eriştikleri (HALLENBRAND, READE 1992; HENNINGSSON 1979; KOTIMAA 1990), o civarda bulunanlar için alerji veya enfeksiyon rizikosunu oluşturdukları, aynı zamanda da işlenen ahşap malzemede mali zararlara yol

1) Bu yazı Ali GÖKER'in Yüksek Lisans Tez'inden alınmıştır.

2) İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

açan leke ve çürüklükler başlattıkları, bilinmektedir (BERKOW 1987; FLECHSİG, NEDO 1990; LUND, LUNDSTROM, WERNER 1993; SORESEN, SİMPSON DUTKIEWICZ 1991; SCHEFFER 1973).

Sunulan bu çalışmanın amacı İstanbul yakınında odun işleyen birkaç fabrikada havanın mikrobik aerosol konsantrasyonu hakkında bilgi toplamak, bu yoldan ileride yapılacak benzer çalışmalara ve standartların geliştirilmesine katkıda bulunmaktır. Elde edilen sonuçlar fabrikalar arasında büyük farklar bulunduğunu ve uygun partikül toplama ve havalandırma sistemlerinin kullanılmasında halinde problemin çözülebileceğini göstermiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Havanın mikrobik aerosol konsantrasyonunu tayin için bir sedimentasyon tekniği olan Petri-kabı ekspozur testi uygulandı. Bu yöntem Andersen veya Biotest gibi volumetrik testlerin aksine komplike aletleri gerektirmez ve basittir. Ayrıca alışıp yüzeylerine partiküller sedimentasyon yolu ile ulaştığından bu test alışapta enfeksiyon riskinin saptanmasında daha uygundur.

Kullanılan Petri-kapları 90 mm çapında ve camdan yapılmışlardı. Her kaba son bir hafta içinde hazırlanmış 30 cm³, % 2'lik, malt-agar besi ortamı kondu. Malt-agar genellikle odunda yaşayan saprofit, fakültatif saprofit veya alerjen mantarlar için uygun bir besi ortamı sayılmaktadır.

Her ekspozur serisi sabahleyin fabrikanın üretime geçmesinden önce başlatıldı, üretimin sona ermesinden sonraya kadar devam etti. Her ekspozur beklenen partikül konsantrasyonuna göre beş ila on dakika sürdü. Şekillerde verilen değerler aynı anda, zeminin 0,6 ila 1,0 m üzerinde ekspoze edilmiş dört Petri-kabından elde edilen ortalamalardır. Fabrika içi ekspozurlar binanın genel durumunu temsil edeceği tahmin edilen alanlarda, açık hava ekspozurları ise fabrika binasının 10-20 m uzağında yapıldı. Şekiller ekspozurun yapıldığı saati tam olarak vermektedir.

Ekspoze edilmiş kaplar kolonilerin gelişmesi için 25±2 C'de, karanlıkta, tutuldu. Koloni sayıları ekspozurdan sonraki altı gün zarfında belirlendi. Kolonilerin çoğunun *Penicillium*, *Alternaria*, *Cladosporium* ve *Aereobasidium* gibi her yerde bulunan mantar cinslerine girdiği görüldü; ancak kolonilerin tür düzeyinde teşhisi veya mikrobik floranın kompozisyonunun belirlenmesi, denenmedi.

3. TEST UYGULANAN FABRİKALAR

* **SEM-Parke Fabrikası.** 5000-6000 m²/ay'lık üretimi, 21 işçisi, 2000 m²'lik kapalı iş alanı olan bu abrikanın havalandırma sistemi yoktur. Odun işleyen makinaların bazılarında hava basıncı ile çalışan partikül toplama sistemi vardır.

* **Saray Mobilya Fabrikası.** 10.000 m²/ay'lık modüler mobilya üretimi, 25 işçisi ve 650 m²'lik kapalı iş alanı olan bu fabrikada Türkiye'de üretilmiş, sabit ve hareketli, hava basıncı ile çalışan, partikül toplama sistemi vardır. Havalandırma zaman zaman hammadde girişi kapısından sağlanmaktadır.

* **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Atölyesi.** Bu atölyenin 100 m²/ay'lık doğrama ve 300-400 m²/ay'lık mobilya üretimi, 20 işçisi ve 900 m² 'lik kapalı iş alanı vardır. Partikül toplama ve havalandırma sistemleri yoktur.

* **Eczacıbaşı Mutfak Banyo Sanayi (İNTEMA).** 3000 m²/ay'lık üretimi, 60 işçisi ve 3500 m²'lik kapalı iş alanı olan bu fabrika test uygulanan en modern fabrikadır. Torba tipi filtreli havalandırma sistemi ve Alman standartlarına göre Türkiye'de üretilmiş hava basınçlı partikül toplama sistemi vardır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Şekil-1 test uygulanan fabrikaların iki tanesinden alınan sonuçları göstermektedir. Bu fabrikaların dışında açık havada yapılan testlerde saptanan sedimentasyon hızları düşük olup (erişilen maksimum 340 KOÜ/dm²/saat'tir) test süresi boyunca önemli dalgalanma göstermemiştir. Fabrika çalışmadığı sürece fabrika içinde yapılan ölçmelerde elde edilen sedimentasyon hızları fabrika dışında bulunan sedimentasyon hızlarından çok farklı değildir.

Fabrika içi sedimentasyon hızlarının en bariz özelliği bunların fabrikanın çalışmaya başlaması ile başlangıçtaki alçak değerden artma göstermeleri ve fabrika çalıştığı sürece yüksek kalmalarıdır. Öğle tatili sırasında ve günlük üretimin sona ermesinden sonra bu değerler üretimin başlangıcından önceki düzeyine dönmektedirler.

Şekil-2 diğer iki fabrikadan alınan sonuçları göstermektedir. Sonuçlar fabrika içinde işin başlamasıyla görülen artmalar bakımından Şekil-1'dekine benzemektedir. Ancak sonuçlar aşağıdaki şekilde farklılık göstermektedir:

- * Orman Fakültesi Atölyesi yapı içi sedimentasyon hızı fabrika çalışmaz durumda iken de fabrika dışında açık havada bulunanlardan yüksektir. Fabrikanın çalışması ile bu değerler 1587 KOÜ/dm²/saat düzeyine kadar ulaşmış diğer fabrikalarda bulunan sedimentasyon hızlarının çok üstüne çıkmıştır.
- * Eczacıbaşı Fabrikası'nda üretim yapılmayan sürelerde bulunan fabrika içi değerleri diğer fabrikalarda bulunan değerlerin aşağısında kalmıştır. Bu durum fabrikanın üretime geçmesi hali için de doğrudur. Fabrika içi değerleri, saat 16.00'da yapılan ölçme hariç, fabrika dışı değerlerinden de küçüktür.

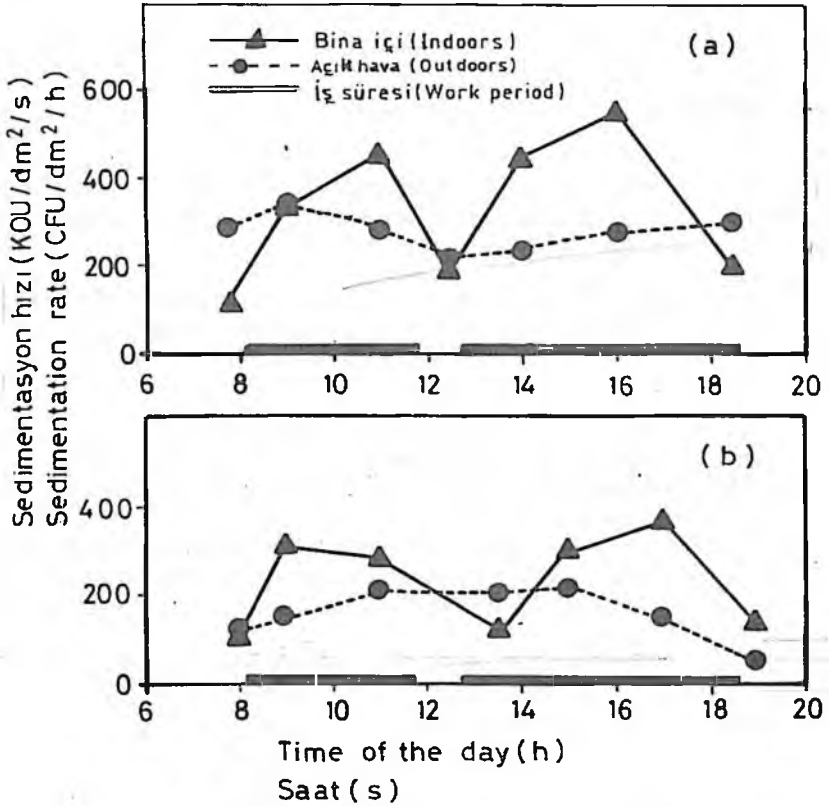
Bu fabrikanın diğer fabrikalardan başka bir farkı da fabrika içi değerleri ile fabrika dışı değerlerinin ilişkili gibi görünmeleridir. Bu belki fabrika içinde oluşturulan partiküllerin havalandırma sistemi yolu ile dışarı atılmaları sonucudur.

Fabrika dışı sedimentasyon hızları genellikle açık havada elde edilen sedimentasyon hızları civarında bulunmuştur (ÜNLİGİL/SHIH/SHIELDS 1974; ÜNLİGİL/SHIRLİFFE 1988). Kapalı yerler için önerilen değerler (ACGIH 1987; ÜNLİGİL 1989) göz önünde tutulunca test uygulanan dört fabrikadan sadece bir tanesinin, hiçbir partikül toplama ve havalandırma sistemi bulunmayan Fakülte Atölyesi'nin, bir problem oluşturabileceği anlaşılmaktadır. Sunulan bulgulara dayanarak bu atölyede tamamlayıcı mikrobik aerosol testleri yapılmalı, benzer sonuçlar alınması halinde ise, atölye içi hava kalitesinin yükseltilmesi için uygun önlemler alınmalıdır.

Türkiye'de odun işleyen endüstrinin durumu hakkındaki bilgiyi artırmak için, mikrobik hava kirliliğinin test uygulanan fabrikalardan daha yüksek olması beklenen fabrikaların ve/veya fabrika iş merkezlerinin araştırma kapsamına alınmaları gerekir. Bu gibi yerler arasında fabrikaların yonga üretilen veya yonga işleyen kısımları ile, uygulanan kurutma programına göre, bazı mantarlar için optimum yetiştirme şartlarının olduğu kurutma fırınları vardır.

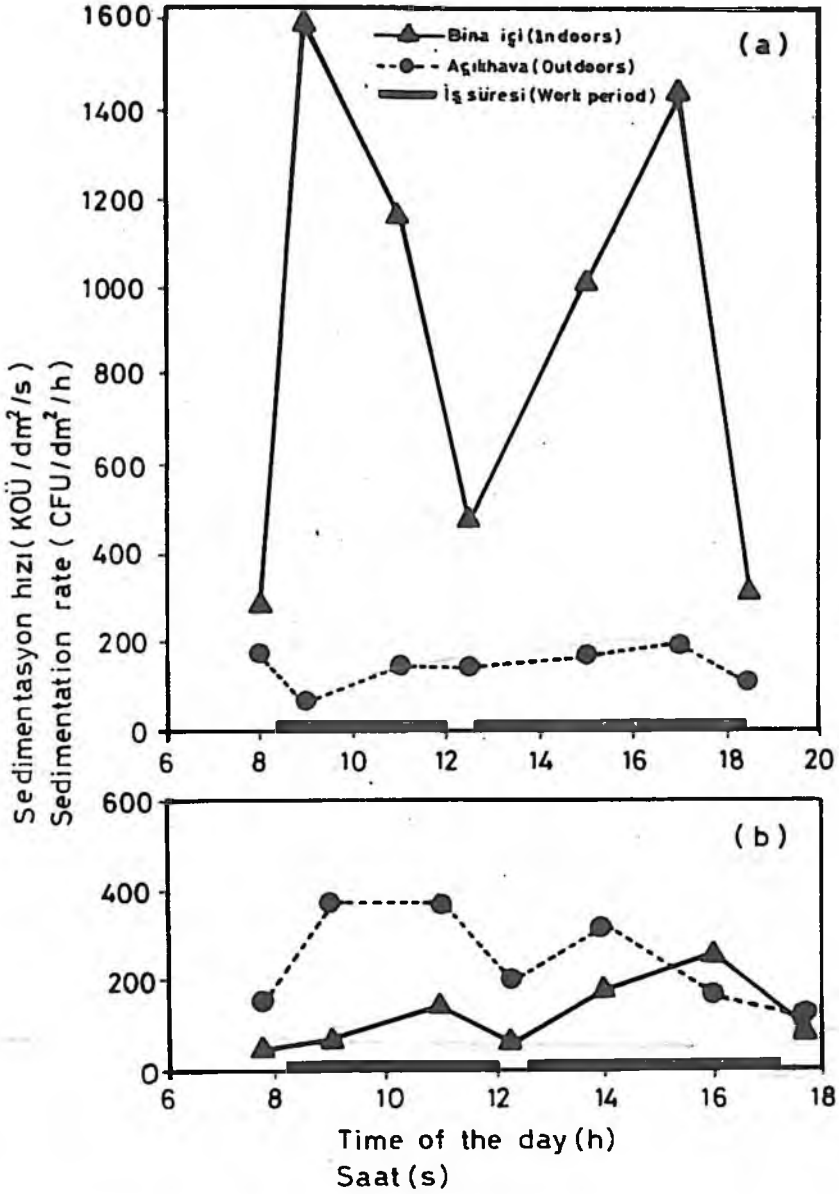
Bu çalışmanın açık hava mantar sporu konsantrasyonunun yüksek olduğu yaz ve güz aylarında da yapılarak, genişletilmesi önerilir.

Sunulan bu çalışma hava basıncı ile alışan modern partikül toplama aletlerinin ve havalandırma sistemlerinin odun endüstrisinde mikrobik hava kirleticilerini de önemli derecede azaltabildiğini ortaya koymuştur.



Şekil 1: Yaşam yeteneğindeki mikrobik partiküllerin (Koloni Oluşturan Üniteler) sedimentasyon hızları. a) 5 Mayıs 1993 günü SEM Parke Fabrikası, b) 16 Şubat 1993 günü Saray Mobilya Fabrikası. Değerler aynı anda ekspozite olmuş dört Petri kabından elde edilen ortalamalardır.

Fig. 1: Sedimentation rates of viable microbial particles (Colony Forming Units) measured on 5 May, 1993, at the SEM Parquet Factory (a), and on 16 February 1993, at the Saray Furniture Factory. The values are means from four Petri-plates.



Şekil 2: Yaşam yeteneğindeki mikrobik partiküllerin (Koloni Oluşturan Üniteler) sedimentasyon hızları: a) 5 Ocak 1993 günü İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Atölyesi, b) 14 Nisan 1993 günü Eczacıbaşı Fabrikası. Değerler aynı anda ekspoz olmuş dört Petri kabından elde edilen ortalamalardır.

Fig. 2: Sedimentation rates of viable microbial particles measured on the 5th of January, 1993, at the furniture production facility of the Faculty of Forestry, University of Istanbul, in Bahçeköy (a), and on the 14th of April, 1993, at the Eczacıbaşı Factory, a modern kitchen furniture manufacturing facility. The values are means from 4 Petri-plates exposed simultaneously.

MICROBIAL AEROSOLS IN WOODWORKING INDUSTRY NEAR ISTANBUL¹⁾

Or. End. Müh. Ali GÖKER
Doç. Dr. H. Haluk ÜNLİĞİL

A b s t r a c t

Four furniture factories near Istanbul, Turkey, were examined for the viable microbial load of air by exposing Petri-plates containing malt-agar medium.

Generally, the sedimentation rate, measured in number of Colony Forming Units (CFU/dm²/h), increased with the start of operation of the machinery.

In one of the factories, a modern facility equipped with a pneumatic particle collection and air cleaning system, the microbial load of air remained extremely low (average of 4 readings was 160 CFU/dm²/h) and below that measured simultaneously outdoors.

Indoor levels in the other three factories were higher than those measured outdoors during operation time. The sedimentation rate was highest in one of them which was not equipped with particle collecting and aeration systems, reaching a maximum of 1587 CFU/dm²/h (average of 4 readings was ~1300 CFU/dm²/h).

1. INTRODUCTION

Microbial contaminants of indoor air in wood processing plants are of special significance to the health of workers and the protection of wooden materials being processed. (BERKOW 1987; FLECHSIG / NEDO 1990; LUND / LUNDSTRÖM / WERNER 1993; SCHEFFER 1973; SORENSEN/SIMPSON / DUTKIEWICZ 1991). Concentration of such contaminants may reach extremely high levels in areas such as chip-handling or timber-drying (HALLENBRAND / READE 1992; HENNINGSSON 1979; KOTIMAA 1990), thus constituting a risk of allergy or infection for the workers, as well as initiating fungal stain and decay in the timbers being processed, resulting in financial losses.

The objective of the present investigation was to collect initial information on the microbial load of indoor air in several forest products plants operating near Istanbul, Turkey, in order to provide a basis for follow-up examinations and eventually, for the development of air quality guidelines for this industry. The results demonstrate major differences between the factories, and suggest, that significant improvements can be achieved by using proper particle collecting and aeration equipment.

2. MATERIALS AND METHODS

For the assessment of the microbial load of air, a sedimentation technique, the Petri-plate exposure test, was applied, rather than one of the volumetric tests, which would require equipment such as Andersen (cascade) or Biotest samplers. The reasons were the suitability of the technique - fungal propagulae settle on the timber mainly by sedimentation-, its simplicity, as well as the availability of the equipment.

Glass Petri-plates of 90 mm diameter were used. Each plate received about 30 cm³ medium, i.e. 2 % malt-agar, prepared less than one week before exposure. Malt-agar is generally recognized as a proper medium for saprophytic, facultatively parasitic, or allergenic fungi inhabiting wood or wooden materials.

Each series of exposures began in the morning before the start of the operation of the factory and continued until after the end of the work. The duration of each exposure was 5 or 10 min depending on the expected concentration of the propagulae. For each value given in the figures, 4 plates were exposed simultaneously at about 0.6 to 1.0 m. above the ground. Indoor exposures were done in areas expected to represent the general conditions of the buildings. Outdoor exposures were done at 20-30 m distance from the factory buildings. The exact time of each exposure is given in the figures.

The exposed plates were incubated at about 25°C in the dark. Colony counts continued until the 6th day after exposure. Most of the colonies observed were formed by fungi belonging to the ubiquitous genera of *Penicillium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aureobasidium*. No attempt was made to identify colonies at the species level, or to ascertain the composition of the microbial flora encountered.

3. FACTORIES INVESTIGATED

SEM-Parquet-Factory. This factory has 21 workers, a production capacity of 5000-6000 m²/month, and 2000 m² floor space. It has no aeration system. Some of the wood working machinery are provided with pneumatic particle collecting equipment.

Saray Furniture Factory. This factory has 25 workers, a production capacity of 10.000 m²/month (modular units), and 650 m² floor space. It is equipped with stationary and mobile, pneumatic particle collecting systems produced in Turkey. The only aeration is provided occasionally through the raw-material entrance.

Furniture Factory-Joinery of the Faculty of Forestry, University Istanbul. This facility has 20 workers, 1000 m²/month joinery, 300-400 m²/month furniture production capacity, and 900 m² floor space. It contains no particle collecting and no aeration equipment.

Eczacıbaşı Kitchen and Bathroom Furniture Factory (INTEMA). This factory has 60 workers, 3000 m²/month production capacity, 3500 m² floor space. This is the most modern factory examined. It is equipped with modern aeration systems with sack-type filters, and pneumatic particle collection systems produced in Turkey according to the German Standards.

Figure 1²⁾ shows results obtained from two factories. Outdoor sedimentation rates on these factories were low, reaching a maximum of 340 CFU/dm²/h, showing no major fluctuations throughout the examination period. Indoor rates during work stoppage were in the range of those outdoors. The most conspicuous characteristic of the indoor rates was, that they increased in both of the factories from the start of the operation, from an initial low, and remained so, as long as the operation continued. During lunch break, and after termination of daily operations, the indoor values returned to the level measured before the initiation of operation.

Figure-2 shows the results from the other two factories which were similar to those shown in Figure-1, as far as the rate increases observed indoors during the operation of the factories are concerned. However, the results differed from them as follows: In the facility of the Faculty of Forestry (above), the indoor rates were higher than those measured outdoors while the factory was not in operation, and it reached, when in operation, levels up to 1587 CFU/dm²/h, much higher than those measured in the other three factories investigated.

In the factory of Eczacıbaşı the indoor rates were lower than those obtained from the other factories investigated when not in operation, and remained so during the operation period. The indoor rates were also lower than those measured outdoors simultaneously at this factory except for the measurements made at 16.00 hr. One other peculiarity of this factory was apparent correlation between indoor and outdoor rates which was absent in other factories. This was perhaps the result of emission of particles generated during the operation of the machinery to the immediate vicinity of the factory.

4. CONCLUSIONS

Outdoor sedimentation rates measured in this study in a period from the 5th of January to the 15th of May, 1993, are in the same range observed in many other investigations (ÜNLİGİL / SHIH / SHIELDS 1974; ÜNLİGİL / SHIRTLIFFE 1988).

Indoor rates revealed that only one of the four factories studied, that of the Faculty of Forestry, with no particle collection and aeration systems, may constitute a problem, considering the air quality guidelines suggested for indoor environment (ACGIH, 1987; ÜNLİGİL, 1988). Based on the results presented, it appears to be necessary to further investigate this facility and provide the proper systems to improve the air quality in the building if present results are confirmed.

2) For Figures see preceding Turkish Text.

To increase the information available on the conditions of the woodworking industry in Turkey, this initial investigation should be extended to specific factories or specific areas in the factories, where microbial air pollution is expected to be higher than those examined in this study. Such areas include sections of the factories where wood particles are produced or handled, and wood seasoning kilns, where, depending on the schedule, optimum conditions may prevail for the excessive growth of moulds.

Complementary investigations are also required to reveal the conditions of the factories studied during the summer and fall months, when the fungal spore concentration in outdoor air is expected to be higher.

The study presented demonstrates that the modern pneumatic particle collection equipment on the machinery and aeration systems in the buildings can help significantly reduce microbial air contamination as well in the wood working industry.

KAYNAKLAR

- ACGIH, 1987. *Guidelines for Assessment and Sampling of Saprophytic Bioaerosols in the Indoor environment*, Bioaerosols Committee. American Coference of Governmental Industrial Hygienist.
- BERKOW, R., Editor, 1987. *The Merck Manual*, Merck Sharp & Dohme Res. Labs, Rahwey, N.J.
- FLECHSIG, R., NEDO, G., 1990: *Hazardous Health Effects of Occupational Exposure to Wood Dust*. *Industrial Health*, 28, 107-119.
- HALLENBRAND, K.E., READE, A.E., 1992. *Microorganisms associated with fuel wood chips and their impact on indoor air quality: a review*. *International Biodeterioration and biodegradation*, 29: 1, 19-43.
- HENNINGSSON, B.O., 1979. *Thermotolerant moulds on timber during kiln drying*. *International Journal of Wood Preservation*, 1:3, 131-135.
- KOTIMAA, M.H., 1990. *Occupational exposure to fungal and actinomycete spores during the handling of wood chips*. *Grana*, 29:2, 153-156.
- LUND, C.J.; LUNDSTRÖM, H; WERNER, S., 1993. *Production of tremorgenic mycotoxins by isolates of aspergillus fumigatus from sawmills in Sweden*. *Mycopathologia*, 124:2, 87-93.
- SCHEFFER, T.C., 1973. *Microbiological Degradation and the Causal Organisms*. In *Wood Deterioration and its Prevention by Preservative Traetnants*. Vol I, Ed. NICHOLAS, D.D. Syracuse Univ. Press.
- SORENSEN, W.G.; SIMPSON, J.; DUTKIEWICZ, J., 1991. *Yeast and yeast-like fungi in stored timber*. *International Biodeterioration*, 27:4, 373-382.
- ÜNLİĞİL, H.H.; SHIH, S.H., ve SHIELDS, J.K., 1974. *Airborne Fungal Spores at Lumber seasoning Yards in the Lower Ottawa Valley*. *Canadian Journal of Forest Research*, 4:3, 301-307.
- ÜNLİĞİL, H.H., SHIRTLIFFE, C.J., 1988. *Air Quality in CISTI: Microscopy of Dust and microbiological Examinations*. Int. Rep. No: 88, National research Council Canada, pp 44.
- ÜNLİĞİL, .H., 1988. *Guidelines for the Examination of Microbial Aerosols in Non-Industrial Buildings*. Unpublished Report for NRC, Canada.



DIVERSITY AMONG *P. brutia* subsp. *brutia* AND RELATED TAXA - A REVIEW¹⁾

Dr. Gabriel SCHILLER¹⁾

A b s t r a c t

Several studies on the genetic diversity of *Pinus brutia* Ten. subsp. *brutia* were reviewed. It is concluded that within its natural range, this subspecies can be divided into two groups: a western Anatolian group including the Aegean islands populations, which can be divided into high and low elevation races; and an eastern Anatolian group including the Black Sea populations, which are more closely related to the subspecies *eldarica*, *pithyusa* and *stankewiczii*, and the populations at the periphery of the range, such as those, of Crete Cyprus and Iraq. The populations of the second group and those in the periphery are more distinct and homogenous than those of the first group. This is probably due to their isolation, which prevent gene exchange with neighbouring populations. The results confirm that *Pinus alderica*, *stankewiczii* and *pithyusa* are subspecies of *Pinus brutia*, and that subsp. *stankewiczii* is probably most like an expected progenitor of the entire *P. brutia*-*P. halepensis* complex.

1. INTRODUCTION

Calabrian pine or red pine (*Pinus brutia* Ten.) was introduced into Israel in the late 1920s (Heth, 1968), but has become widely used in afforestation projects only recently. This tree is clearly superior to the still widely used Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.), because of the straight shape of its bole, its resistance to snow pressure and to the pine bark scale *Matsucoccus josephi* Bodenh. et Harpaz. This insect, which is endemic on *P. brutia* subsp. *brutia* in Turkey, Crete and Cyprus (Mendel, 1992), is the Major, and often lethal, pest of Aleppo pine (Mendel 1984; Mendel and Liphshitz, 1988; Liphshitz and Mendel, 1989a, 1989b). Owing to the growing importance of *P. brutia* Ten. for afforestation in dry areas outside of its natural range, attention has been given lately to research into the diversity within this species complex.

1) Contribution from the Agricultural Research Organization, the Volcani Center, Bet Dagan 50250, Israel. No. 1217-E, 1993 series. Paper read at the International Symposium on *Pinus brutia* Ten., Marmaris, Turkey, 18-23 October 1993.

2) Department of Natural Resources, the Agricultural Research Organization, The Volcani Center, P.O. Box 6, Bet Dagan 50250, Israel.

As presently understood, *Pinus brutia* Ten. is a complex composed of four subspecies (Nahal, 1982). Subspecies *brutia* has a natural range extending from the Aegean islands, Crete and Cyprus, through Turkey to Lebanon and northern Iraq (Critchfield and Little, 1966). Because of the absence of *M. josephi*, we assume that subsp. *brutia* growing on the island of Thasos, the peninsula of Chalkidiki and westward on mainland Greece is an introduction brought in for the acceleration of honey production with the help of the honeydew secretion by the aphid *Marchalina hellenica* which is collected by the bees (Schiller and Mendel, 1993; Mendel and Schiller, 1993). Subspecies *eldarica* occurs naturally in a very small area in the Caucasus; land races of this subspecies probably extend to part of Iran and possibly Afghanistan. Subspecies *pithyusa* and subspecies *stankewiczii* occur in relict stands on the Black Sea coasts of the Caucasus range and Crimea, respectively.

2. GENETIC DIVERSITY

Despite the great heterogeneity of sites occupied by *P. brutia* Ten. (Arbez, 1974; Mirov, 1967) only few data have been published in international journals, on the geographic patterns of genetic variation of the species. Most of the research done up to now has been based mainly on the seed collection activities carried out within the FAO-IUFRO international project on the identification of provenances of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* suitable for different countries (Table 1). Available information is mainly the result of provenance trials in Argentina, Australia, Greece, Italy, Israel, Mexico (Eccher *et al.*, 1982; Fisher *et al.*, 1986; Palmberg, 1975; Panetsos, 1981; Spencer, 1985; Weinstein, 1989a, 1989b); and laboratory studies on germination and early root growth under water and temperature stress of seeds of several provenances (Calamassi, 1982; Calamassi *et al.*, 1980; Falusi and Calamassi, 1982; Falusi, 1982; Falusi *et al.*, 1984; Pelizzo and Tocci, 1978).

Several different methods have been used to analyze the possible genetic diversity within this species complex, the results of which form the subject of this review.

Isik (1986), investigated 16 seed and seedling characteristics of several populations from different elevations in southern Turkey. These populations belong to the western group of the natural range of the subspecies. He concluded that subsp. *brutia* has locally adapted populations, with predominantly altitudinal variation patterns. He also concluded that there is a high genetic variability within populations.

Calamassi *et al.* (1988), investigated 11 morphological and anatomical characters of needles in 14 populations. On the basis of the results of their research, they postulated the division of the Turkish range of subsp. *brutia* into a Mediterranean sector and the Karadeniz population. Their results also reflect the differences among populations of different regions. The cluster from their publication (Figure 1) shows the grouping of the examined populations into two groups with five subgroups; the first group consists of populations from the Mediterranean sector, the second group consists of populations which grow at the borders of the main range of the species. By using also discriminant analysis, Calamassi *et al.* concluded that there is low diversity within populations situated at the edge of the natural area of distribution, whereas, there is high diversity within populations growing in the interior of the main range of the subspecies.

In our experiments (Schiller and Grunwald, 1987; Schiller and Genizi (1993) we used cortex or needle resin monoterpene composition as a genetic marker (Squillace, 1967) to determine the diversity among subspecies. *brutia*. different provenances planted in Israel. Cluster analysis of cortex resin composition (Figure 2) shows the division of the examined population into mainly two groups, a western and an eastern group. The western group can be divided into low- and high- elevation provenances. Results which basically confirm those obtained with cortex resin were also obtained by use of needle resin composition. Cluster analysis of needle resin composition (Figure 3) shows the grouping of the provenances in to seven major groups. Four groups consist each of a single seed source: Cyprus, Iraq and low and high altitude provenances in Crete. The remaining three groups are comprise Turkish seed sources: cluster 4 includes low-elevation provenances from the Taurus range and the Black sea coast; cluster 5 includes high-altitude provenances of the Taurus; cluster 6 comprises east Anatolian provenances.

To better analyze the diversity and the possible phylogeny among the *P. halepensis* - *P. brutia* species complex, we also used horizontal starch gel electrophoresis of isozymes extracted from the haploid endosperm of individual germinated seeds from different seed sources (Conkle *et al.* 1988; Grunwald *et al.*, 1986; Schiller *et al.* 1985). The seed sources of the *Pinus brutia* Ten. species complex used in this study are shown in Table 2. Genetic diversity values for *Pinus brutia* Ten. complex and *Pinus halepensis* races are summarized in Table-3 and genetic distance values in Table 4 (From Conkle *et al.*, 1988). Two phylogenetic trees were produced: one includes unpublished data on *Pinus brutia* subspecies and a hybrid between *P. halepensis* and *P. brutia*; the second which includes *Pinus brutia* subspecies and *Pinus halepensis* races. From the first phylogenetic tree (Figure 4) it can be seen that the first dichotomy from the tree root separates the hybrid and *P. brutia* from Greece from the other subspecies; the zawita provenance in Iraq is the first and nearest on the second branch; secondly, provenances of subspecies *eldaria* and Quetta pine are grouped together; and thirdly, subspecies *stankewiczii* and *pithyusa* are on the same branch together with the Black Sea subsp. *brutia* provenance at Çamgözü. The subsp. *brutia* of various provenances show the tendency to associate into altitudinal groups. From the second phylogenetic tree (Figure 5) (from Conkle *et al.* 1988) it can be seen that the first dichotomy from the tree root separates the *P. brutia* group from *P. halepensis*. The 10 subsp. *brutia* provenances used to create this phylogenetic tree are clustered after subsp. *stankewiczii* and *pithyusa*; they have a tendency to associate into three geographic-physiographic groups: low elevation western, mixed-elevation central, and an eastern group. Subspecies *eldarica* and Quetta pine are joined on the same branch, forming the closest association with populations of the eastern group.

Allozyme information from Conkle *et al.* (1988) supports many conclusions about species relationships that were previously based on phenotypic characteristics (Debazac and Tomassone, 1965; Mirov, 1955; Mirov *et al.* 1966). Allozymes indicate a highly significant divergence between *P. brutia* and *P. halepensis*. Subsp. *stankewiczii* has allozyme variation much like that to be expected in a genetically variable progenitor of the *P. brutia*-*P. halepensis* complex. The evolutionary history of these related pines, reconstructed from allozyme evidence, indicates that the center of origin included the regions bordering the Black Sea and easternmost Anatolia, with eastward extensions into lands between the Black and Caspian seas. Early populations there may have been more widespread, larger in size, and more nearly contiguous. Modern subsp. *brutia* around the

Aegean and Mediterranean seas is a widespread taxon that maintains significant levels of allozyme variation throughout its geographic distribution. Eastern populations of subsp. *brutia* are now geographically isolated from the main distribution. Several of the eastern populations resemble subsp. *stankewiczii*, *pithyusa* and *eldarica* by possessing rare alleles and by having allele frequencies that distinguish them from western populations of subsp. *brutia*. The morphological differentiation of subsp. *stankewiczii*, *pithyusa* and *eldarica* has been sufficient for some taxonomists to assign species status to them, but enzyme allele frequencies of these subspecies closely resemble the frequencies for subsp. *brutia*. Furthermore, evidence from allozymes indicates that geographically widespread *P. halepensis* is a genetically depauperate derivative from subsp. *stankewiczii*-like progenitors.

3. RESULTS

In conclusion, the existence of diversity within *Pinus brutia* subsp. *brutia* was confirmed by using several methods. All the previous studies which were reviewed concluded that within its natural range, this subspecies can be divided into two groups: a western Anatolian group including the Aegean islands populations, which can be divided into high and low elevation races; and an eastern Anatolian group including the Black Sea populations, which are more closely related to the subspecies *eldarica*, *pithyusa* and *stankewiczii*, and the populations at the periphery of the range, such as those of Crete and Cyprus.

The populations of the second group and those in the periphery are more distinct and homogeneous than those of the first group. This is probably due to their isolation, which prevents gene exchange with neighbouring populations.

The results confirm that *Pinus eldarica*, *stankewiczii* and *pithyusa* are subspecies of *Pinus brutia*, and that subsp. *stankewiczii* is probably most like an expected progenitor of the entire *P. brutia*-*P. halepensis* complex.

P. brutia subsp. *brutia* VE İLİŞKİLİ TAXONLAR ARASINDA GENETİK ÇEŞİTLİLİK¹⁾

Dr. Gabriel SCHILLER²⁾

Kısa Özet

Bu makalede, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten. subsp. *brutia*)'ın genetik çeşitliliği ile ilgili çalışmalar gözden geçirilmiştir. Çalışmalara göre, bu alt türün, doğal yayılış alanı içerisinde iki gruba ayrılabilceği sonucuna ulaşılmıştır: Bunlardan birincisi; Ege adalarındaki populasyonları da kapsayan ve kendi içinde alçak ve yüksek muntka ırklarına bölünebilen Batı Anadolu grubudur. İkincisi ise Karadeniz populasyonlarını kapsayan; *elderica*, *pithyusa* ve *stankewiczii* alt türleri ve yayılışının sınırlarındaki Girit, Kıbrıs ve Irak'taki populasyonlar ile daha yakın ilişkisi (akrabalığı) olan Doğu Anadolu grubudur. İkinci grup ve sınırdaki populasyonlar birinci gruptakilere göre daha farklı ve homojendirler. Bu durum, muhtemelen, onların komşu populasyonları ile gen alışverişini engelleyen izole yayılışlarının bir sonucudur. Sonuçlar; *Pinus elderica*, *stankewiczii* ve *pithyusa*'nın Kızılçam'ın birer alt türü olduğunu ve *Pinus brutia* ssp. *stankewiczii*'nin de, büyük bir ihtimalle, *P. brutia*-*P. halepensis* kompleksinin atası olduğu yolundaki beklentileri teyit etmektedir.

ÖZET

Bu makalade, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten. subsp. *brutia*)'ın genetik çeşitliliği ile ilgili birçok çalışma gözden geçirilmiştir. Bu türün, doğal yayılış alanı dışındaki ağaçlandırma çalışmalarının artan önemi nedeniyle, başta Akdeniz çevresindeki ülkeler olmak üzere birçok ülkede, son zamanlarda dikkatler, bu tür kompleksi içindeki uygun orijinlerin seçimine esas teşkil edecek genetik çeşitliliğin araştırılmasına yöneltilmiştir.

Işık (1986), araştırmalarının sonucunda, Kızılçamın yükseltiye bağlı olarak, üstün nitelikte lokal varyasyonlarının örneklerini ortaya çıkarmış, aynı zamanda bu populasyonların içinde de yüksek bir genetik çeşitlilik olduğunu saptamıştır. Calamassi ve arkadaşları (1988), Kızılçam'ın

1) Uluslararası Kızılçam Simpozyumu (18-23 Ekim 1993 Marmaris, Türkiye)'na bildiri olarak sunulmuş fakat geç geldiği için bildiriler kitabında yer almamıştır. Özelin Türkçe'ye Çevirisi Prof. Dr. Melih BOYDAK tarafından yapılmıştır.

2) Department of Natural Resources, the Agricultural Research Organization, The Volcani Center, P.O. Box 6, Bet Dagan 50250, Israel.

Türkiye'deki doğal yayılışının, Akdeniz ve Karadeniz bölümleri olarak ayrılmasını kabul etmişlerdir. Araştırmacılar, bu türün, doğal yayılışının sınırlarındaki populasyonlar içinde düşük, bunun aksine olarak optimumundaki populasyonlar içinde yüksek derecede bir genetik çeşitlilik gösterdiğini bulmuşlardır. Schiller ve Grunwald (1987) ve Schiller ve Genizi (1993), Kızılçamın doğal yayılışının, Batı ve Doğu Anadolu grubu olmak üzere iki büyük gruba ayrılabilceğini saptamışlardır. Ayrıca Batı Anadolu grubunun alçak ve yüksek muntika populasyonları olarak bölünebileceğini belirlemişlerdir. Girit, Kıbrıs ve Irak'taki populasyonlar Anadolu populasyonlarından farklılık göstermektedirler.

Sonuçlar; *Pinus elderica*, *stankewiczii* ve *pithyusa*'nın Kızılçamın birer alt türü olduğunu ve *Pinus brutia* ssp. *stankewiczii*'nin de, büyük bir ihtimalle, *P. brutia*-*P. halepensis* kompleksinin atası olduğu yolundaki beklentileri teyit etmektedir.

Tablo 1: *Pinus brutia* Ten. Subsp. *brutia* kompleksinde, reçinedeki monoterpen kompozisyonu ve anatomik-morfolojik karakterleri esas alan çalışmalar için kullanılan tohum örneklerinin alındığı coğrafik orijinler.

Table 1: Geographic origin of *Pinus brutia* Ten. species complex seed samples used in studies based on resin monoterpene composition and anatomical-morphological characters.

IUFRO No.	Country Ülke	Provenance Orijin	Lat. N. Enlem (°)	Long. E. Boylam (°)	Alt. Yük. (m)
B1	Greece	Chania, Crete	35 17	23 57	300-1400
B2	Greece	Kavala	40 48	24 42	-
B3	Greece	Lassithiou, Crete	35 06	25 37	1100
B4	Greece	Alexandropolis	41 08	26 13	-
B5	Cyprus	-	35 08	33 17	100-200
B6	Turkey	Marmaris	37 00	28 18	100-250
B7	Turkey	Isparta	38 04	29 32	1050-1150
B8	Turkey	Düzlerçamı	37 03	30 25	100-250
B9	Turkey	Pamucak	37 40	30 41	750-1250
B10	Turkey	Bozburun	37 21	30 45	200-300
B11	Turkey	Bakara	36 09	32 43	100-200
B12	Turkey	Silifke	36 13	33 43	500
B13	Turkey	Çamgözü	41 50	35 20	70
B14	Turkey	Başpınar	37 48	35 15	1000-1500
B15	Turkey	Kızıldağ	36 21	35 58	300-500
B16	Iraq	Zawita	36 35	44 20	500-1000
E	İran	Karaj	35 56	51 00	-

Table 2: *Pinus brutia* Ten. subsp. *brutia* kompleksinde, izozym elektroforezis tekniğine dayanılarak yapılan çalışmalarda kullanılan tohum örneklerinin alındığı coğrafik orijinler.**Table 2:** Geographic origin of *Pinus brutia* Ten. species complex seed samples used in studies based on the isozyme electrophoresis technique.

Seed lot No.	Country Ülke	Provenance Orijin	Lat. N. Enlem (0')	Long. E. Boylam (0')	Alt. Yük. (m)
<i>Subsp. brutia</i>					
a	Greece	Chalkidiki	-	-	-
b	Turkey	Ayvacık	39 30	26 30	250
c	Greece	Samos (Ak)	37 45	26 53	750
d	Greece	Samos (Ak)	37 47	26 57	150
e	Greece	Chios (Am)	38 46	28 08	200
f	Greece	Chios (An)	38 36	28 08	1100
g	Turkey	Manmaris (B6)	37 00	28 18	100-200
h	Turkey	Düzlerçamı (B8)	37 03	30 25	100-250
i	Turkey	Pamucak (B9)	37 40	30 41	750-1250
j	Turkey	Silifke (B12)	36 13	33 43	500
k	Turkey	Çamgözü (B13)	41 50	35 20	70
l	Cyprus	- (B5)	35 08	33 17	100-200
m	Cyprus	- (T)	35 05	32 30	800
n	Cyprus	-	-	-	-
o	Cyprus	-	-	-	-
p	Iraq	Zawita (B16)	36 35	44 20	500-1000
<i>Subsp. stankeviczii and pithyusa</i>					
q	USSR	Georgia (C)	43 10	40 30	-
r	SSR	Yalta (D)	44 30	34 09	-
s	USSR	Sudak (G)	44 45	35 00	-
<i>Subsp. eldarica</i>					
t	Pakistan	Quetta (S)	67 00	30 00	1700
u	USSR	Azerbaijan (Z)	41 00	45 00	400
v	Iran	Elbrus Mt.	-	-	-
w	USA	Afghan pine	-	-	-
x	USA	Afghan pine	-	-	-
hybrid between <i>P. halepensis</i> and <i>P. brutia</i>					

Table 3: Genetic diversity values for *P. brutia* subspecies and *P. halepensis* races; from 30 loci with standard errors in parentheses. (Adapted from Conkle et al., 1988).

Table 3: Kızılcım alt türleri ve Halepçımı ırklarının 30 lokustaki genetik çeşitlilik değerleri (Standart sapmalar parantez içindedir) (Conkle ve ark. 1988'den adapte edilmiştir).

Subspecies and races Alt türler ve Irklar	Sample size Örnek Büyüklüğü	Mean alleles per locus Her lokustaki ortalama alleller	Mean effective alleles per locus Her lokustaki ortalama etkili alleller	Percent of loci polymorphic Polimorfik lokusların yüzdesi	Mean expected heterozygosity İstenen ortalama heterozigotluk
<i>Pinus brutia</i>					
Subsp. brutia	480	1.53 (0.12)	1.23 (0.06)	43	0.118 (0.034)
Subsp. stankewiczii	60	1.43 (0.10)	1.17 (0.05)	40	0.118 (0.029)
Subsp. pithyusa	50	1.30 (0.09)	1.16 (0.05)	30	0.097 (0.031)
Subsp. eldarica	50	1.37 (0.09)	1.12 (0.05)	37	0.075 (0.027)
Quetta pine	50	1.30 (0.09)	1.15 (0.06)	30	0.082 (0.030)
<i>P. halepensis</i>					
Eastern race	480	1.23 (0.07)	1.10 (0.05)	23	0.055 (0.026)
Western race	820	1.23 (0.08)	1.06 (0.03)	23	0.035 (0.017)

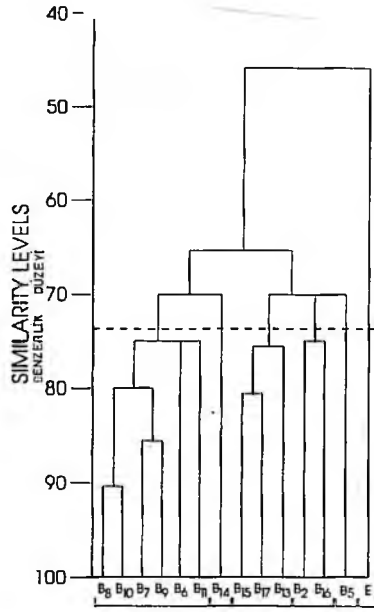
1) Sample size : Number of megagametophytes analyzed.

2) Effective number of alleles per locus equals $1/\sum$ allele frequencies squared (Hiebert and Hamrick, 1983)

Table 4: Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.)'in alt türleri ve *P. halepensis* ırklarında genetik uzaklık değerleri. (Conkle ve ark. 1988'den adapte edilmiştir.)**Table 4:** Genetic distance values for *Pinus brutia* subspecies and *P. halepensis* race. (Adapted form Conkle et al., 1988).

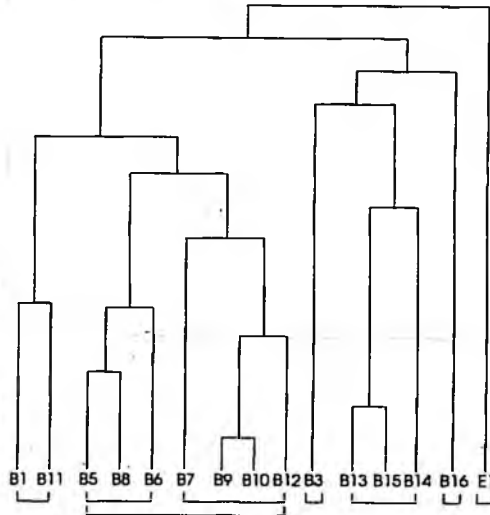
Taxa Taksonlar	Bru.	Sta.	Pit.	Eld.	Que.	Hal.-e	Halw.-
<i>Pinus brutia</i> Ten.							
Subsp. <i>brutia</i> (Bru.)	0.14a 0.02	0.19	0.17	0.17	0.16	0.47	0.46
Subsp. <i>stankewiczii</i> (Sta.)	0.06	–	0.18	0.22	0.22	0.43	0.42
Subsp. <i>pithyusa</i> (Pit.)	0.04	0.04	–	0.18	0.17	0.48	0.47
Subsp. <i>eldarica</i> (Eld.)	0.04	0.09	0.06	–	0.15	0.48	0.46
Quetta pine (Que.)	0.04	0.08	0.05	0.03	–	0.051	0.49
<i>P. halepensis</i> Mill.							
Eastern (Hal. -e.)	0.36	0.28	0.36	0.36	0.43	–	0.12
Western (Hal. -e.)	0.34	0.27	0.35	0.34	0.41	0.02	–

a) Cavalli-Sforza and Edwards (1967) chord distances are above the diagonal, Nei's (1978) unbiased genetic distances are below diagonal.



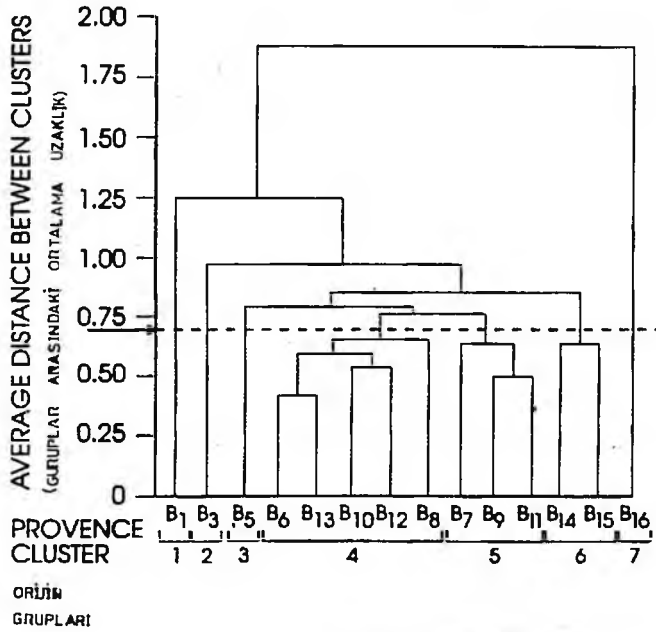
Şekil 1 : 11 adet iğne yaprak özelliğine dayanılarak kümeleme analizleri ile oluşturulmuş, populasyon örneklerinin gruplaşmasını gösteren fenogram (Calamassi ve ark. 1988'den uyarlanmıştır).

Figure 1: Phenogram, by cluster analysis, showing the grouping patterns of populations examined, calculated from 11 needle traits (Adapted from Calamassi et al 1988).



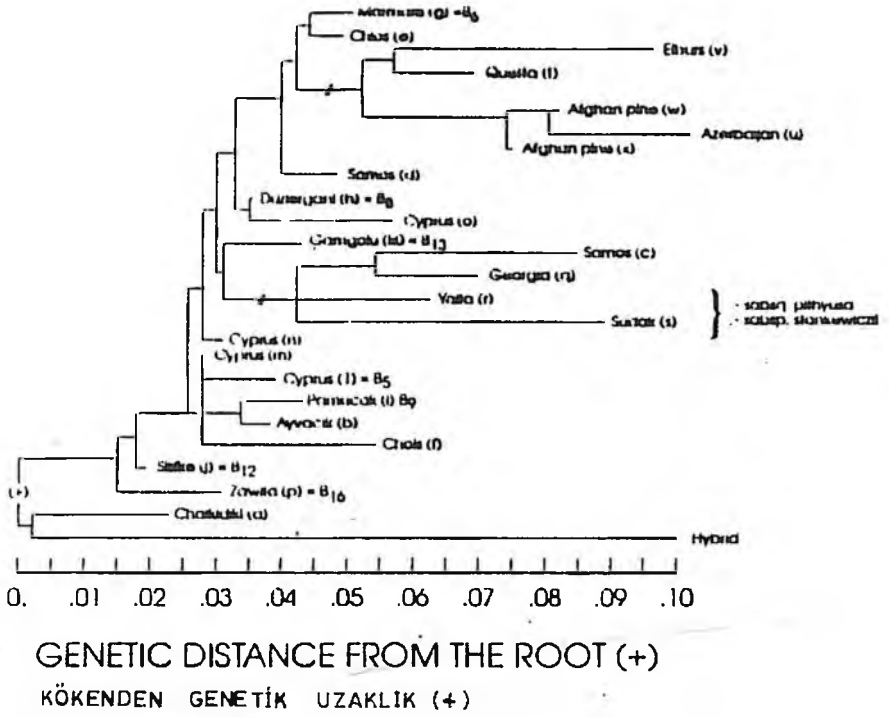
Şekil 2 : Korteksteki reçine kompozisyonuna dayanılarak kümeleme analizleri ile oluşturulmuş, populasyon örneklerinin gruplaşmasını gösteren fenogram (Schiller ve Grunwald 1987'den uyarlanmıştır).

Figure 2: Phenogram, by cluster analyses, showing the grouping patterns of populations examined, calculated from the cortex resin composition (Adapted from Schiller and Grunwald, 1987).



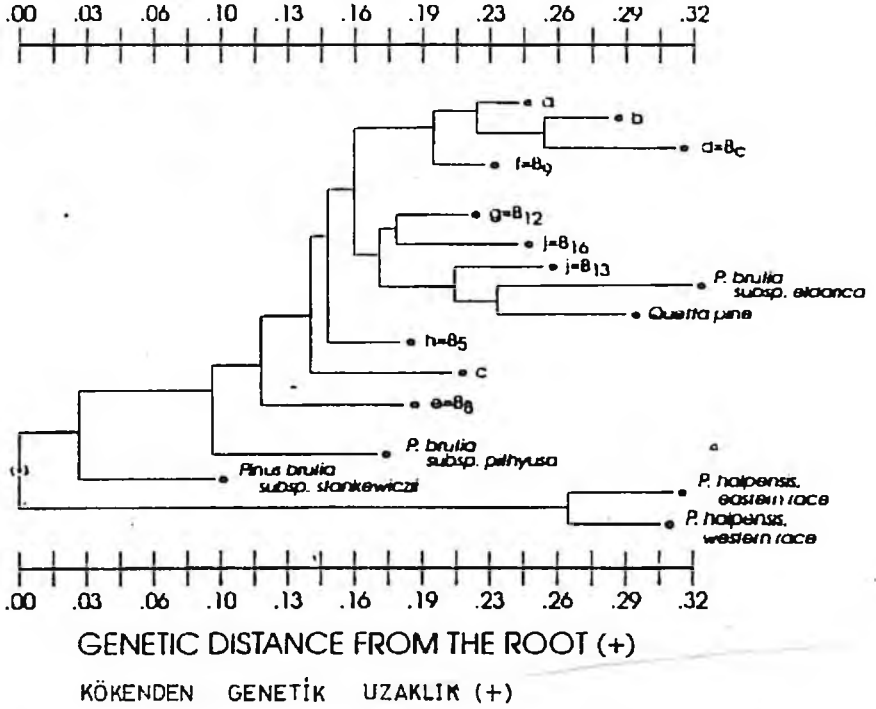
Şekil 3 : İğne yapraklardaki reçine kompozisyonuna dayanılarak kümeleme analizleri ile oluşturulmuş, popülasyon örneklerinin gruplaşmasını gösteren fenogram (Schiller ve Genizi 1993'den uyarlanmıştır).

Figure 3: Phenogram, by cluster analysis, showing the grouping patterns of population examined, calculated from the needle resin composition (Adapted from Schiller and Genizi, 1993).



Şekil 4 : Wagner'in Uzaklık Yöntemi ve Cavalli-Sforza ve Edwards'ın "chord distances" yöntemine dayanılarak *Pinus brutia* Ten. subsp. *brutia* kompleksi için hazırlanmış soyağacı. (Swofford ve Selander, 1981) (Conkle ve ark. 1989'dan uyarlanmıştır).

Figure 4: Phylogenetic tree for the *Pinus brutia* Ten. species complex produced using the Wagner distance procedure and Cavalli-Sforza and Edwards chord distances (Swofford and Selander, 1981) (Adapted from Conkle et al. 1989).



Şekil 5 : Wagner'in Uzaklık Yöntemi ve Cavalli-Sforza ve Edwards'ın "chord distances" yöntemine dayanılarak *P. brutia*-*P. halepensis* kompleksine giren Akdeniz çamları için hazırlanmış soyağacı. (Swofford ve Selander, 1981) (Conkle ve ark. 1989'dan uyarlanmıştır).

Figure 5: Phylogenetic tree for Mediterranean pines of the *Pinus brutia*-*P. halepensis* species complex produced using the Wagner distance procedure and Cavalli-Sforza and Edwards chord distances (Swofford and Selander, 1981) (Adapted from Conkle et al. 1989).

KAYNAKLAR

- ARBEZ, M. 1974. Distribution, ecology and variation of *Pinus brutia* in Turkey. FAO For. Occa. Paper, For. Genet. Resour., Information: 21-33.
- CALAMASSI, R. 1982. Light and temperature effects on seed germination, of some provenances of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus brutia* Ten. *L'Italia Forestale e Montana*, 37:174-187. (in Italian).
- CALAMASSI, R., FALUSI, M. and TOCCI A. 1980. (Geographic variation and resistance to hydric stress in seeds of *Pinus halepensis*, *Pinus brutia* and *P. eldarica*. *Ann. Ins. Sper. Selv. Arezzo*, 11:194-230. (in Italian).

- ALAMASSI, R., FALUSI, M. and MUGNI, LAURA 1980. Shoot morphology and growth pattern in seedlings of *Pinus brutia* provenances. *Can. J. For. Res.*, 18:188-194.
- CALAMASSI, R., PUGLISI, S.R. and VENDRAMIN, G.E. 1988. Genetic variation in morphological and anatomical needle characteristics in *Pinus brutia* Ten. *Silvae Genet.*, 37:169-252.
- CONKLE, M.T., SCHILLER, G. and GRUNWALD CLARA 1988. Electrophoretic analysis of diversity and phylogeny of *Pinus brutia* and closely related taxa. *Systematic Botany*, 13:411-424.
- CRITCHFIELD, W.B. and LITTLE, E.L., JR. 1966. Geographic distribution of the pines of the world. U.S.D.A. Misc. Publ. 991.
- DEBAZAC, E.-F. and TOMASSONE, R. 1965. Contribution a une etude comparee des pins Méditerranéens de la section *Halepensis*. *Ann. Sci. For. Nancy*, 22:213-256. (in French).
- ECCHER, A., FUSARO, E. and RIGHI, F. 1982. Primi risultati di prove a dimore sui pini mediterranei della "Sezione *halepensis*", con particolare riferimento a *Pinus eldarica* Medw. *Cellulosa e Carta*, 3:3-29. (in Italian).
- FALUSI, M. 1982. Geographic variation and seed germination in *Pinus brutia* Ten. *Ann. Accad. Ital. Sci. For. Firenze*, 31:157-178. (in Italian).
- FALUSI, M. and CALAMASSI, R. 1982. (Effects of moisture stress on germination and root growth in provenances of *Pinus brutia* Ten.) *Ann. Accad. Ital. Sci. For.*, Firenze, 31:99-118 (in Italian).
- FALUSI, M. and CALAMASSI, R. and TOCCI, A. 1984. (Frost hardiness in *Pinus halepensis* Mill. *Pinus brutia* Ten. and *Pinus eldarica* Medw.) *Atti. Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem., Serie B.*, 91:111-133. (in Italian).
- FISHER, J. T., Neumann, R. W. and MEXAL, J.G. 1986. Performance of *Pinus halepensis/brutia* group pines in southern New Mexico. *For. Ecol. Manage.* 16:403-410.
- GRUNWALD, CLARA, SHCILLER, G. and CONKLE, M. T. 1986. Isozyme variation among native stands and plantations of Aleppo pine in Israel. *Israel J. Botany*, 35:161-174.
- HETH, D. 1968. Decisive ecological factors in afforestation of *Pinus brutia* Ten. Ph. D. Thesis, The Hebrew University of Jerusalem, pp 41. (Hebrew with an English summary).
- ISIK, K. 1986. Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten.: Seed and seedling characteristics. *Silvae Genet.*, 35:58-67.
- LIPHSCHITZ, NILI and MENDEL, Z. 1989a. Interaction between hosts and non-hosts of *Pinus* spp. and *Matsucoccus josephi*: anatomical responses of stem to infestation. *New Phytol.*, 113:135-142.
- LIPHSCHITZ, NILI and MENDEL, Z. 1989b. Pathological changes in the cortex of *Pinus halepensis* (Coniferales: Pinaceae) as related to injury by *Matsucoccus josephi* (Insecta: Homoptera: Margarodidae). *Can. J. Bot.*, 67:2692-2703.
- MENDEL, Z. 1984. Provenance as a factor in susceptibility of *Pinus halepensis* to *Matsucoccus josephi* (Homoptera: Margarodidae). *For. Ecol. Manage.*, 9: 259-266.
- MENDEL, Z. 1992. Occurrence of *Matsucoccus josephi* in Cyprus and Turkey and its relation to decline of Aleppo pine (Homoptera; Matsucocidae). *Entomol. Gener.*, 17:299-306.
- MENDEL, Z. and SCHILLER, G. 1993. Biography of *Matsucoccus josephi* Bodenheimer et Harpaz in Crete and mainland Greece. *Ann. Sci. Forest*, 50:383-388.
- MIROV, N.T. 1955. Relationships between *Pinus halepensis* and other *Insignes* pines of the Mediterranean region. *Bull. Res. Council. Israel*, 5D:65-72.

- MIROV, N.T. 1967. *The Genus Pinus*. The Ronald Press Company, New York, NY, pp 602.
- MIROV, N.T., ZAVARIN, E. and SNAJBERK, K. 1966. Chemical composition of turpentine of some east Mediterranean pines in relation to their classification. *Phytochemistry*, 4:97-102.
- NAHAL, I. 1982. Le pin *Brutia*. (*Pinus brutia* Ten. subsp. *brutia*). *Forêt méditerranéenne*, 5:165-172.
- PALMBERG, C. 1975. Geographic Variation and Early Growth in South-eastern Semi-arid Australia of *Pinus halepensis* Mill. and the *Pinus brutia* Ten. Species. complex. *Silvae Genet.*, 24:150-160.
- PANETSOS, C.P. 1981. Monograph of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus brutia* Ten. *Ann. Forest. Zagreb*, 9:39-77.
- PELIZZO, A. and TOCCI, A. 1978. Indagini preliminari su semi e semenzali di *Pinus halepensis* e *Pinus brutia-eldarica*. *Ann. Inst. Sper. Selvo.*, Arezzo, 9:111-130. (in Italian).
- SCHILLER, G., CONKLE, M.T. and GRUNWALD, CLARA 1985. Local differentiation among Mediterranean populations of Aleppo pine in their isoenzymes. *Silvae Genet.*, 35:11-19.
- SCHILLER, G. and GENIZI, A. 1993. An attempt to identify the origin of *Pinus brutia* Ten. plantations in Israel by needle resin composition. *Silvae Genet.*, 42:63-67.
- SCHILLER, G. and GRUNWALD CLARA 1987. Cortex resin monoterpene composition in *Pinus brutia* provenances grown in Israel. *Biochem. Sys. and Ecol.*, 14:389-394.
- SCHILLER G. and MENDEL, Z. 1993. Are the occurrence of Aleppo pine and brutia pine within the range of each other in the East Mediterranean natural or due to human activity?. (Paper submitted at the International Symposium on "Population Genetics and Gene Conservation of Forest Trees" at Carcans-Maubuisson, France).
- SPENCER, D.J. 1985. Dry country pines: Provenance evaluation of the *Pinus halepensis*-*Pinus brutia* complex in the semi-arid region of South-east Australia. *Austral. For. Res.*, 15:263-279.
- SQUILLACE, A.E. 1976. Analysis of monoterpene of conifers by gas-liquid chromatography. In: Miksche, J.P. ed. *Modern Methods in Forest Genetics*. Springer Verlag, Berlin, Chapter 6, pp. 120-157.
- WEINSTEIN, A. 1989a. Provenance Evaluation of *Pinus halepensis*, *P. brutia* and *P. eldarica* in Israel. *For. Ecol. Manage.*, 26:215-225.
- WEINSTEIN, A. 1989b. Geographic variation and phenology of *Pinus halepensis*, *Pinus brutia* and *P. eldarica* in Israel. *For. Ecol. Manage.*, 27:99-108.

