



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TÜRKİYE' DE KAPLAMA TABAKALI KERESTE (LVL)
ÜRETİM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI VE
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

**Orman End. Müh. Gamze DALLI
Odun Mekanığı ve Teknolojisi Anabilim Dalı**

**Danışman
Prof.Dr. Turgay AKBULUT**

Aralık, 2005

İSTANBUL



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TÜRKİYE’ DE KAPLAMA TABAKALI KERESTE (LVL)
ÜRETİM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI VE
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

**Orman End. Müh. Gamze DALLI
Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı**

**Danışman
Prof.Dr. Turgay AKBULUT**

Aralık, 2005

İSTANBUL

Bu çalışma/.... / 2005 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
Anabilim Dalı programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul
edilmiştir.

Tez Jürisi

Danışman Adı (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi

Jüri Adı
Üniversite
Fakülte

Jüri Adı
Üniversite
Fakülte

Jüri Adı
Üniversite
Fakülte

Jüri Adı
Üniversite
Fakülte

ÖNSÖZ

Tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Prof.Dr. Turgay AKBULUT' a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Makine tesisat piyasa araştırmaları için yardımda bulunan Ligno Makine' ye, Hanex Orman Ürünlerine, Yentür Ticaret aracılığıyla Raute firmasına, yer seçiminde bölgenin her türlü incelenmesi ve tanıtılması için desteğini esirgemeyen Zonguldak Çaycuma Organize Sanayi Bölgesi yetkililerine teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen Orman End. Yük. Müh. Metin KAHVECİ' ye teşekkürü bir borç bilirim.

Aralık, 2005

**Orman Endüstri Mühendisi
Gamze DALLI**

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iii
TABLO LİSTESİ	iv
ÖZET	v
SUMMARY.....	vi
1. GİRİŞ	1
2. TABAKALI AĞAÇ MALZEME İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	4
2.1. TANIMLAR	4
2.2. LVL ÜRETİMİ.....	8
2.2.1. Tomruk Depolama.....	9
2.2.2. Kabuk Soyma.....	11
2.2.3. Suda Pişirme.....	12
2.2.4. Kaplama Soyma.....	16
2.2.5. Ebatlama.....	18
2.2.6. Kaplama Kurutma	19
2.2.7. Kaplama Sınıflandırma.....	23
2.2.8. Kaplama Birleştirme.....	23
2.2.9. Tutkallama, Taslak Oluşturma ve Presleme.....	24
2.2.10. LVL Bitirme İşlemleri.....	26
2.3. LVL' NİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI.....	27
2.4. LVL' NİN KULLANIM ALANLARI	28
2.5. LVL' NİN DÜNYA' DAKİ ÜRETİM VE TÜKETİM DURUMU	34
3. TÜRKİYE' DE LVL ÜRETİLEBİLME İMKANLARI	39
3.1. LVL ÜRETİMİ İÇİN TALEP TAHMİNİ VE KAPASİTE TESPİTİ	39
3.1.1. Yapısal Amaçlı Kullanılan Ahşap Malzemelerin Türkiye' deki Durumu.....	39
3.1.2. Kapasite Tespiti.....	41

3.2. LVL ÜRETİM YATIRIMI	42
3.2.1. Hammadde Seçimi	42
3.2.2. Yer Seçimi	48
3.2.3. Teknoloji ve Makine - Tesisat seçimi	55
3.2.3.1. İşlem Makineleri ve Teçhizatı.....	56
3.2.3.2. Malzeme ve Mamul Taşıma Araçları.....	68
3.2.3.3. Enerji Üretim ve Taşıma Tesisleri.....	68
3.2.3.4. Havalandırma ve Aydınlatma Tesisleri.....	69
3.2.3.5. Su Tesisleri.....	69
3.2.3.6. Buhar Tesisleri.....	70
3.2.3.7. Yakıt Tesisleri (Kazan).....	70
3.2.3.8. Basınçlı Hava Tesisleri.....	70
3.2.3.9. Atölye ve Laboratuar Makine ve Tesisatı.....	70
3.2.3.10. Demirbaşlar.....	71
3.2.4. Fabrika Yeri Düzenleme.....	71
3.2.4.1. Fabrika Arsasının Düzenlenmesi.....	73
3.2.4.2. Makinelerin Yerleştirilmesi.....	75
3.2.5. Yatırım ve İşletme Gelir Gideri.....	80
3.2.5.1. Yatırım Giderleri.....	80
3.2.5.2. Aylık İşletme Giderleri.....	86
3.2.5.3. Yatırımın Gider ve Gelirlerinin Kıyaslanması.....	87
4. LVL' NİN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ	88
4.1. LVL' NİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ.....	88
4.2. LVL' NİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ.....	89
4.3. LVL' NİN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER.....	89
5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	97
KAYNAKLAR	99
ÖZGEÇMİŞ	103

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1	: Ahşap mühendislik malzemelerinin yaşam eğrisi	3
Şekil 2.1	: Kaplama kesmenin şematik görünüşü.....	4
Şekil 2.2	: Kaplama biçmenin şematik görünüşü	4
Şekil 2.3	: Kaplama soymanın şematik görünüşü	5
Şekil 2.4	: Kontrtabla	5
Şekil 2.5	: Kontrplak	6
Şekil 2.6	: LVL.....	6
Şekil 2.7	: PSL	6
Şekil 2.8	: Glulam.....	7
Şekil 2.9	: LVL imalatı iş akışı	8
Şekil 2.10	: Tomrukların fabrika sahasında depolanması	9
Şekil 2.11	: Tomrukların depolanması	10
Şekil 2.12	: Özgül ağırlığa bağlı olarak soyma ve kesme kaplama prizmalarının en uygun sıcaklık dereceleri.....	12
Şekil 2.13	: Kaplamalık tomruklarda sıcak suda pişirme süresinin tomruk çapı, odunun özgül ağırlığı ve suyun sıcaklık derecesi ile ilişkisi.....	13
Şekil 2.14	: Tomrukların sıcak suda pişirilmesi.....	13
Şekil 2.15	: Pişirme işlemine tabi tutulmuş tomrukların havuzdan çıkartılması	15
Şekil 2.16	: Tomruğun merkezden tespit edilememesi halinde zaiyatın artışı	16
Şekil 2.17	: Standart basınç levhası, bir kaplama soyma makinesinin yan kesit görünüşü ve elemanları	17
Şekil 2.18	: Kaplama kurutma hattı.....	22
Şekil 2.19	: Yüzey kaplamalarında pahlı birleştirme	23
Şekil 2.20	: LVL taslağının hazırlanması	25
Şekil 2.21	: LVL Üretim hattı	26
Şekil 2.22	: LVL' nin merdiven ve pencerede kullanımı	28
Şekil 2.23	: LVL' nin yapılarda taşıma amaçlı çeşitli kullanımları	29
Şekil 2.24	: Ahşap iş merkezleri	30
Şekil 2.25	: İsveç' de bir kafeterya.....	31
Şekil 2.26	: Dünya pazarında LVL kullanım alanlarının yüzdesel dağılımı	31
Şekil 2.27	: LVL' nin I-kirişlerinde çerçeve olarak kullanımı	32
Şekil 2.28	: LVL' nin bir fabrikada çatıda kullanımı	32
Şekil 2.29	: Hiroşima Köprüsü.....	33
Şekil 2.30	: LVL tüketiminin ülkelere göre dağılımı	34
Şekil 2.31	: Dünya LVL üretim kapasitesi	37
Şekil 2.32	: Dünya LVL tüketim eğilimi (milyon m ³) (2000-2006 tahmin)	38
Şekil 3.1	: Çaycuma karayolları haritası.....	52
Şekil 3.2	: Çaycuma Organize Sanayi Bölgesi Yerleşim Planı	53
Şekil 3.3	: Çaycuma Organize Sanayi Bölgesinde LVL üretim tesisi için seçilen bölge.....	54
Şekil 3.4	: Tomruklarda baş kesme ve ebatlama işlemi	58

Şekil 3.5	: Metal dedektörü.....	59
Şekil 3.6	: Kaplamaların sınıflandırılması.....	59
Şekil 3.7	: Tomrukların suda pişirilmesi	60
Şekil 3.8	: Tomruklarda boy ebatlama	60
Şekil 3.9	: Tomrukların soyma işlemi için hazırlanması.....	61
Şekil 3.10	: Tomrukların XY ışını ile merkezileştirilmesi	61
Şekil 3.11	: Tomrukların sonsuz bant halinde soyulması.....	62
Şekil 3.12	: Kaplamaların kurutma bandına verilmesi.....	63
Şekil 3.13	: Kaplama kurutma hattı.....	64
Şekil 3.14	: Kurutmadan çıkan kaplamaların rutubetinin ölçülmesi.....	64
Şekil 3.15	: Yüzey kaplamalara pah açılması.....	65
Şekil 3.16	: LVL için taslak hazırlama.....	66
Şekil 3.17	: Presleme öncesi hazırlanmış LVL taslağı.....	66
Şekil 3.18	: Katlı LVL Presi	67
Şekil 3.19	: Çaycuma Organize Sanayi Bölgesinde LVL üretim tesisi için seçilen bölgede yerleşim planı	75
Şekil 3.20	: LVL üretim tesisinde makinelerin yerleşim planı.....	79

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1	: 1995-1999 LVL üretim, ithalat, ihracat durumu (1000m ³)	35
Tablo 2.2	: Kuzey Amerika’ da LVL üreten tesisler ve üretim kapasiteleri.....	36
Tablo 2.3	: Dünya’ da LVL üretimi (milyon m ³).....	37
Tablo 2.4	: Dünya’ da LVL üretim eğilimi (1000m ³).....	38
Tablo 3.1	: Türkiye’ de inşaat amaçlı kalas durumu	40
Tablo 3.2	: Yapı sayısına göre tüketilen inşaatlık kalas miktarı	41
Tablo 3.3	: Orman Bölge Müdürlüklerine göre üretilen iğne yapraklı ağaç tomruk miktarı (m ³)	45
Tablo 3.4	: DİE’ ye göre ithal edilen iğne yapraklı ağaç miktarı (m ³).....	46
Tablo 3.5	: Bazı tropik ve egzotik ağaç türlerinin özgül ağırlığı ile kaplama kullanımı için elverişliliği	47
Tablo 3.6	: Çift tartılandırma yöntemi ile fabrika kuruluş yerinin belirlenmesi	51
Tablo 3.7	: Fabrika çalışma bölümleri üretim kapasiteleri	57
Tablo 3.8	: LVL üretim tesisi inşaat giderleri.....	81
Tablo 3.9	: LVL üretim tesisi makine ve tesisat listesi	82
Tablo 3.10	: LVL üretim tesisi yardımcı tesis ve ekipman listesi.....	83
Tablo 3.11	: LVL üretim tesisi laboratuvar ölçü aletleri listesi	83
Tablo 3.12	: LVL üretim tesisi büro ekipmanları listesi.....	84
Tablo 3.13	: LVL üretim tesisi personel listesi.....	85
Tablo 3.14	: LVL üretim tesisi aylık işletme giderleri	86
Tablo 3.15	: LVL üretim tesisi yatırımının gelir ve giderlerinin kıyaslanması	87
Tablo 4.1	: Sarıçam LVL’ sinin ve sarıçamın bazı fiziksel özellikleri.....	88
Tablo 4.2	: Sarıçam LVL’ sinin ve sarıçamın bazı mekanik özellikleri.....	89
Tablo 4.3	: 50mm kalınlığındaki LVL panellerinin yoğunluk ve rutubet miktarları	90
Tablo 4.4	: 13 ve 17 katlı LVL’ nin eğilme direncinde ağaç türünün etkisi.....	91
Tablo 4.5	: LVL’ nin eğilme direncinde kaplama kalınlığının etkisi.....	91
Tablo 4.6	: Sarı kavak LVL’ lerinin enine kesitteki eğilme direnci ve elastikiyet modülü.....	92
Tablo 4.7	: LVL ve OSB de mantar degradasyonu	96

ÖZET

TÜRKİYE’ DE KAPLAMA TABAKALI KERESTE (LVL) ÜRETİM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Bu çalışmanın konusu, Dünya ve Türkiye pazarında gelişmekte olan Kaplama Tabakalı Kerestenin (LVL) üretilebilme imkanlarını araştırmak ve teknolojik özelliklerini belirlemektir.

Öncelikle LVL nin Dünya’ daki üretim-tüketim miktarları, kullanım alanları ve imalat yöntemleri incelenmiştir. Türkiye’ de bu ürüne ikame olabilecek ürünler saptanmış ve bu ürünlerin geçmiş yıllardan günümüze üretim, ithalat-ihracat ve tüketim trendleri incelenerek LVL üretim tesisinin kapasitesi belirlenmiştir.

Daha sonra, kurulması düşünülen LVL üretim tesisi için gerekli yer ve makinelerin, personel ve diğer gerekli malzemelerin seçimi yapılmış ve yatırımın karlılığı incelenmiştir.

Sonuç olarak böyle bir yatırımın Türkiye’ ye gerekli olduğu ve yapılmasının faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

Tezin son bölümünde ise LVL’ nin teknolojik özellikleri ile teknolojik özellikler üzerine etkili olan faktörlere yer verilmiştir.

SUMMARY

THE RESEARCH OF LAMINATED VENEER LUMBER MANUFACTURE POSSIBILITIES IN TURKEY AND ITS TECHNOLOGICAL PROPERTIES

The objective of this study was to research the manufacture possibilities and to determine technological properties of laminated veneer lumber (LVL) that has a growing market in World and Turkey.

Firstly, the production – consumption quantities, end uses and manufacturing processes of LVL were reviewed for the world. The products that have similar properties to LVL were determined for Turkey. In addition, the export and import values of this products were reviewed historically and the future capacity of LVL is determined.

Required place, machinery and equipment, qualified personals and other materials selections were discussed for the future LVL plant. Profit analyses were also performed.

As a result; it's concluded that, LVL investment is needed in Turkey and this investment could be profitable.

Finally, the technological properties of LVL and the factors that affects the properties of LVL are presented.

ÖZET

TÜRKİYE’ DE KAPLAMA TABAKALI KERESTE (LVL) ÜRETİM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Bu çalışmanın konusu, Dünya ve Türkiye pazarında gelişmekte olan Kaplama Tabakalı Kerestenin (LVL) üretilebilme imkanlarını araştırmak ve teknolojik özelliklerini belirlemektir.

Öncelikle LVL nin Dünya’ daki üretim-tüketim miktarları, kullanım alanları ve imalat yöntemleri incelenmiştir. Türkiye’ de bu ürüne ikame olabilecek ürünler saptanmış ve bu ürünlerin geçmiş yıllardan günümüze üretim, ithalat-ihracat ve tüketim trendleri incelenerek LVL üretim tesisinin kapasitesi belirlenmiştir.

Daha sonra, kurulması düşünülen LVL üretim tesisi için gerekli yer ve makinelerin, personel ve diğer gerekli malzemelerin seçimi yapılmış ve yatırımın karlılığı incelenmiştir.

Sonuç olarak böyle bir yatırımın Türkiye’ ye gerekli olduğu ve yapılmasının faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

Tezin son bölümünde ise LVL’ nin teknolojik özellikleri ile teknolojik özellikler üzerine etkili olan faktörlere yer verilmiştir.

SUMMARY

THE RESEARCH OF LAMINATED VENEER LUMBER MANUFACTURE POSSIBILITIES IN TURKEY AND ITS TECHNOLOGICAL PROPERTIES

The objective of this study was to research the manufacture possibilities and to determine technological properties of laminated veneer lumber (LVL) that has a growing market in World and Turkey.

Firstly, the production – consumption quantities, end uses and manufacturing processes of LVL were reviewed for the world. The products that have similar properties to LVL were determined for Turkey. In addition, the export and import values of this products were reviewed historically and the future capacity of LVL is determined.

Required place, machinery and equipment, qualified personals and other materials selections were discussed for the future LVL plant. Profit analyses were also performed.

As a result; it's concluded that, LVL investment is needed in Turkey and this investment could be profitable.

Finally, the technological properties of LVL and the factors that affects the properties of LVL are presented.

1. GİRİŞ

Son yıllarda Türkiye’ de olduğu gibi tüm Dünya’ da azalan orman kaynakları, ormanlardan elde edilen odun hammaddesinin olabildiğince yüksek verimle değerlendirilmesi gerçeğini ortaya çıkarmıştır. Aynı zamanda ahşap konstrüksiyon malzemesi olarak kullanılacak büyük boyutlarda masif ağaç malzemenin bulunabilme güçlüğü, bu türlü malzemelerin değişik yollarla üretilmesini zorunlu kılmıştır. Bundan dolayı Dünya’da ahşap esaslı yapı malzemelerinde (EWP-Engineered Wood Products) çok hızlı gelişmeler olmuş ve pek çok yeni ürün geliştirilmiştir. Gün geçtikçe odun hammaddesini daha az zayıyla işleyen ve çeşitli kullanım yerlerinin ihtiyaçlarına cevap veren yeni malzemeler üretilmeye devam edilmektedir.

Ahşap yapı malzemelerinin temelini oluşturan kaplamaların kullanımı Firavunlar devrine kadar uzanmaktadır (BOZKURT ve GÖKER, 1986).

Muhtemelen ilk kaplama, Eski Mısır’ da İsa’ dan 3000 yıl önce üretilmiştir. Bunlar değerli ağaçlardan elde edilmiş ufak parçalar olup, kral ve prens mobilyalarında kullanılmıştır. Kaplamalar elle hazırlanmış olup, yüzeyleri el aletleri ile düzeltilmişlerdir. Bu değerli parçalar fildişi ve metal ile artistik tarzda birleştirilerek tabut yapımında kullanılmışlardır.

14. 15 ve 16. yüzyıllarda Avrupa’ da kaplamacılık ve artistik odun işlerinin revaç bulunduğu ve kakmacılık sanatının geliştiği İtalya, Fransa, İspanya, İngiltere ve Hollanda’ da yayıldığı bilinmektedir.

Diğer malzemelerden faydalanılmayarak yalnız ağaç kaplama levhalarının yanyana getirilmesi suretiyle kontrast ve simetrik şekillerin oluşturulmasına ise 1700 yılından itibaren başlanılmıştır. 1769’ da XV. Louis’ in kraliyet bürosu için imal edilen mobilyalar ağaç kaplama levhaları ile kaplanmıştır.

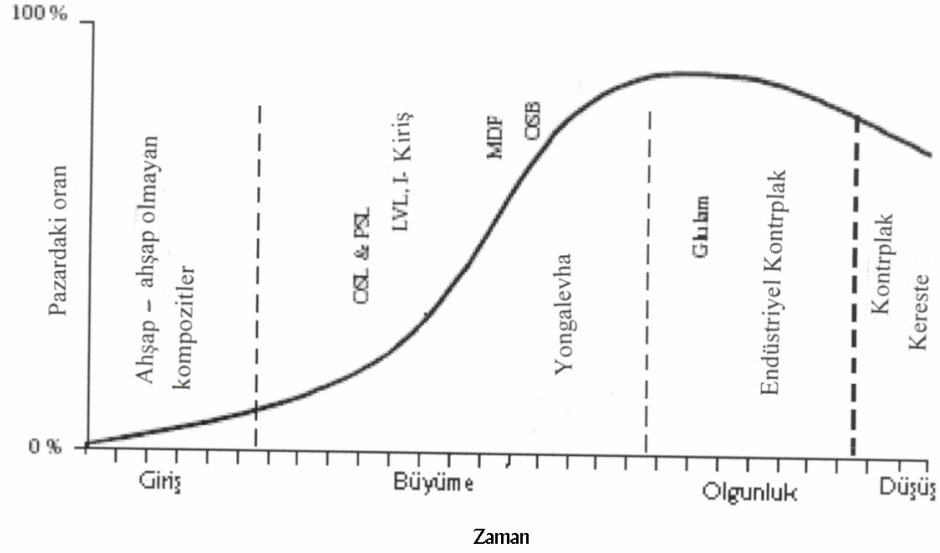
Biçme ve kesme suretiyle de kaplama levhalar elde edilmektedir. Ancak bu iki yöntemle üretilen kaplamalar esas olarak dekoratif amaçlarla üretilmekte ve çoğunlukla yongalevha ve MDF gibi levhaların yüzeylerine yapıştırılmak suretiyle değerlendirilmektedir.

1890 yılında tomruklardan soyma suretiyle kaplama elde etme tekniği keşfedilmiş ve bu suretle geniş levhalar halinde soyma kaplamalar elde olunmaya başlanılmıştır. Ancak bugünkü anlamda Kontrplak yapımı 1896 yılında gerçekleştirilebilmiştir. 20. yüzyılın ilk yarısında Avrupa' nın çeşitli kısımlarında kontrplak fabrikaları kurulmuştur (BOZKURT ve GÖKER, 1986).

Soyma kaplama levhalar kontrplak üretiminin yanısıra kolay bükülebilme özelliklerinden dolayı sepet, kutu ve silindirik ambalaj kaplarının üretiminde, ayrıca kontrtabla gibi çeşitli tabakalı ağaç malzemelerin üretiminde kullanılmaktadırlar.

Soyma kaplamalar kullanılarak üretilen en son ürünlerden birisi de Laminated Veneer Lumber (LVL) dir. LVL, ilk olarak II. Dünya Savaşı sırasında savaş uçaklarının pervanelerinin yapımında kullanılmış ve 1970' lerin ortalarından bugüne kadar ise önemli ahşap konstrüksiyon malzemelerinden birisi haline gelmiştir (Anonim, 1997). Öncelikli olarak büyük boyutlu LVL ürünler inşaatlarda kiriş, kolon, yapı iskelesi ve I-kiriş gibi yüksek direnç özellikleri gerektiren yerlerde kullanılmakta, küçük boyutlu LVL ürünler ise mobilya endüstrisinde de değerlendirilmektedir. Bu ürün özellikle ABD ve Kanada'da üretilerek yük taşıma amaçlı olarak başarı ile kullanılmaya başlanmış, daha sonra ise diğer ülkelere hızla yayılmıştır. LVL ülkemizde fazla tanınmamakta, az sayıda firma tarafından ithal etmek suretiyle yük taşıma amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca bazı mobilya fabrikalarında özellikle eğri formdaki mobilya parçalarının elde edilmesi amacıyla üretilmektedir.

Aşağıdaki grafikte önemli odun kökenli ahşap yapı malzemelerinin hayat eğrisi görülmektedir.



Şekil 1.1 : Ahşap yapı malzemelerinin hayat eğrisi-2000. (www.unece.org).

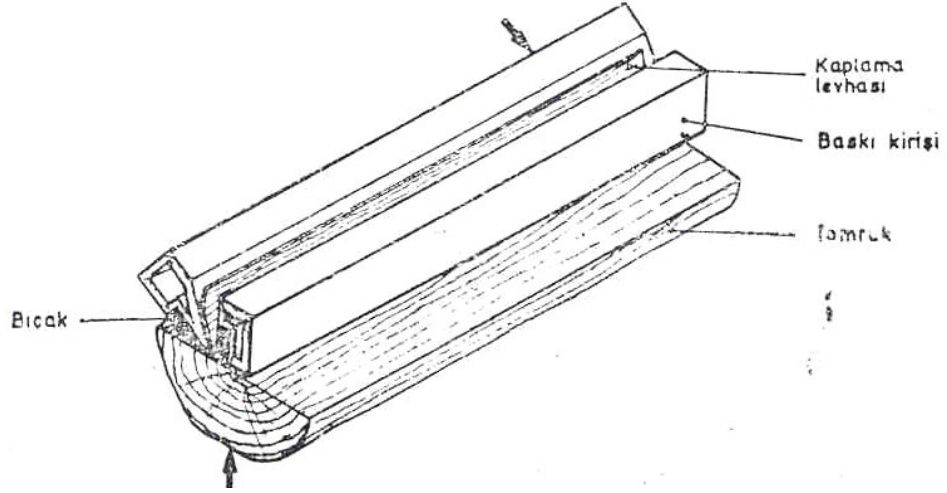
Grafikten görüldüğü gibi kereste ve kontrplak düşüş dönemine girmişken, LVL henüz büyüme aşamasındadır. Ayrıca ülkemizin neredeyse her bölgesinin deprem kuşağında bulunması itibarı ile de betonarme yapılardan çok, ahşap konstrüksiyon malzemelerinden oluşan yapılara önem verilmesi gerekmektedir.

Bu nedenlerden dolayı, bu çalışmada yük taşıma amaçlı LVL'nin ülkemizde tanınmasını sağlamak, üretim teknolojisi ve teknolojik özellikleri hakkında genel bilgiler vermek ve bu ürünün Türkiye'de üretilebilme imkanlarının ortaya konulması önemli bulunmuş ve tezin amacı olarak belirlenmiştir.

2. TABAKALI AĞAÇ MALZEME İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

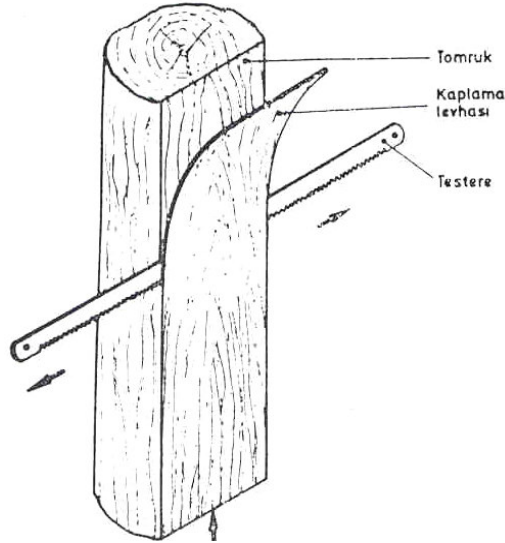
2.1. TANIMLAR

Kesme Kaplama: TS 1250 (1974) standardına göre kesme kaplama levhaları, özel kesme makineleri ile ağaç malzemedен elde edilen kaplamalardır.



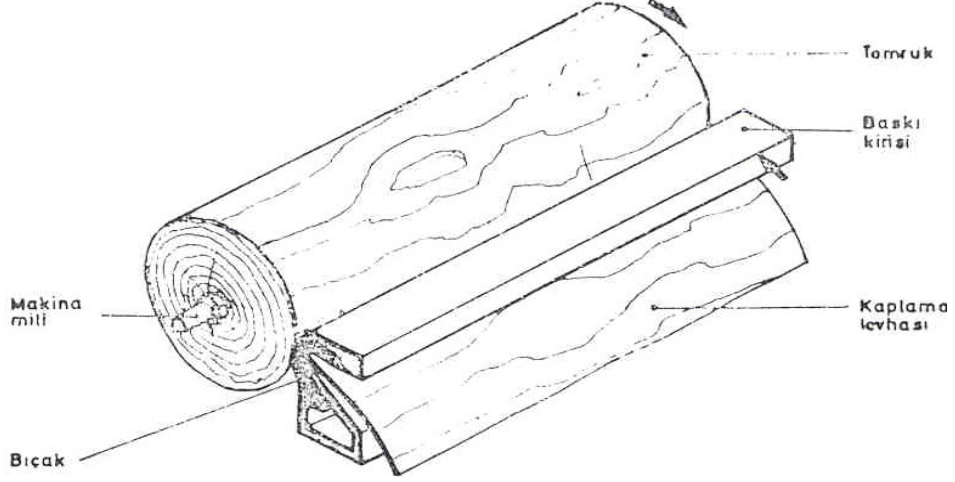
Şekil 2.1 : Kaplama kesmenin şematik görünüşü (TS 1250).

Biçme Kaplama: TS 1250 (1974) standardına göre biçme kaplama levhaları, özel biçme makineleri ile ağaç malzemedен biçilerek elde edilen kaplamalardır.



Şekil 2.2 : Kaplama biçmenin şematik görünüşü (TS 1250).

Soyma Kaplama: TS 1250 (1974) standardına göre soyma kaplama, özel soyma makineleri ile tomruklardan soyularak elde edilen genellikle karışık desenli kaplamalardır.



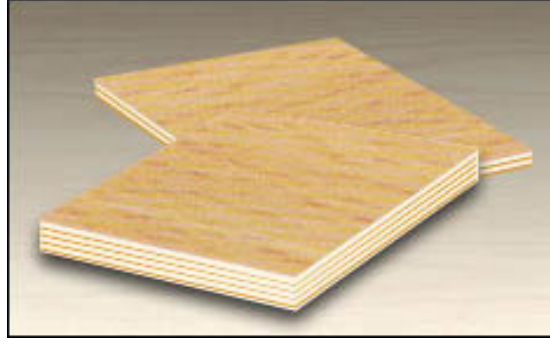
Şekil 2.3 : Kaplama soymanın şematik görünüşü (TS 1250).

Kontrtabla: TS 1047 (1972) standardına göre kontrtabla, çیتالardan yapılmış bir orta tabakadan ve bu tabakanın her iki yüzüne ve lif doğrultusuna dik olarak enaz birer levhanın basınç altında yapıştırılmasıyla oluşan bir üründür.



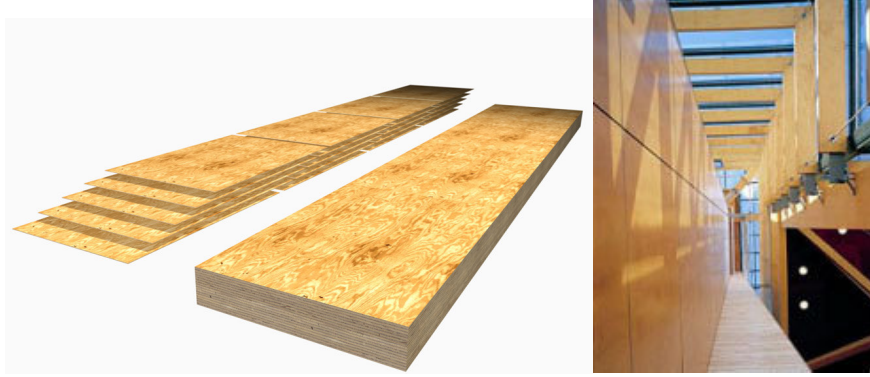
Şekil 2.4 : Kontrtabla (Foto: G. Dalli).

Kontrplak: TS 46 (1971) standardına göre belirli uzunluk ve çaplardaki tomrukların özel makinelerde soyulması ile elde edilmiş ince soyma levhaların lif doğrultuları birbirine dik olmak üzere üç veya daha çok tek sayıda üst üste konularak basınç altında (preslenerek) yapıştırılmasıyla elde edilen mamuldür.



Şekil 2.5 : Kontrplak (www.ekolkont.com).

LVL (Laminated Veneer Lumber) : ASTM D 5456 – 99a standardına göre LVL, lif yönleri birbirine ve ürünün uzunluk eksenine paralel olacak şekilde üst üste yapıştırılmış soyma kaplamalardan oluşan bir malzemedir. Kaplama kalınlığı 6.4 mm' yi geçmemelidir.



Şekil 2.6 : LVL (www.raute.fi).

PSL (Parallel Strand Lumber) : ASTM D5456 – 99a standardına göre PSL, lif yönleri birbirine ve ürünün uzunluk eksenine paralel olacak şekilde yapıştırılmış kaplama parçalarından oluşan bir malzemedir. Kaplama parçasının kalınlığı 6.4 mm' yi geçmemeli ve ortalama kaplama uzunluğu kaplama kalınlığının minimum 150 katı olmalıdır.



Şekil 2.7 : PSL (www.forestprod.org, www.dixieline.com).

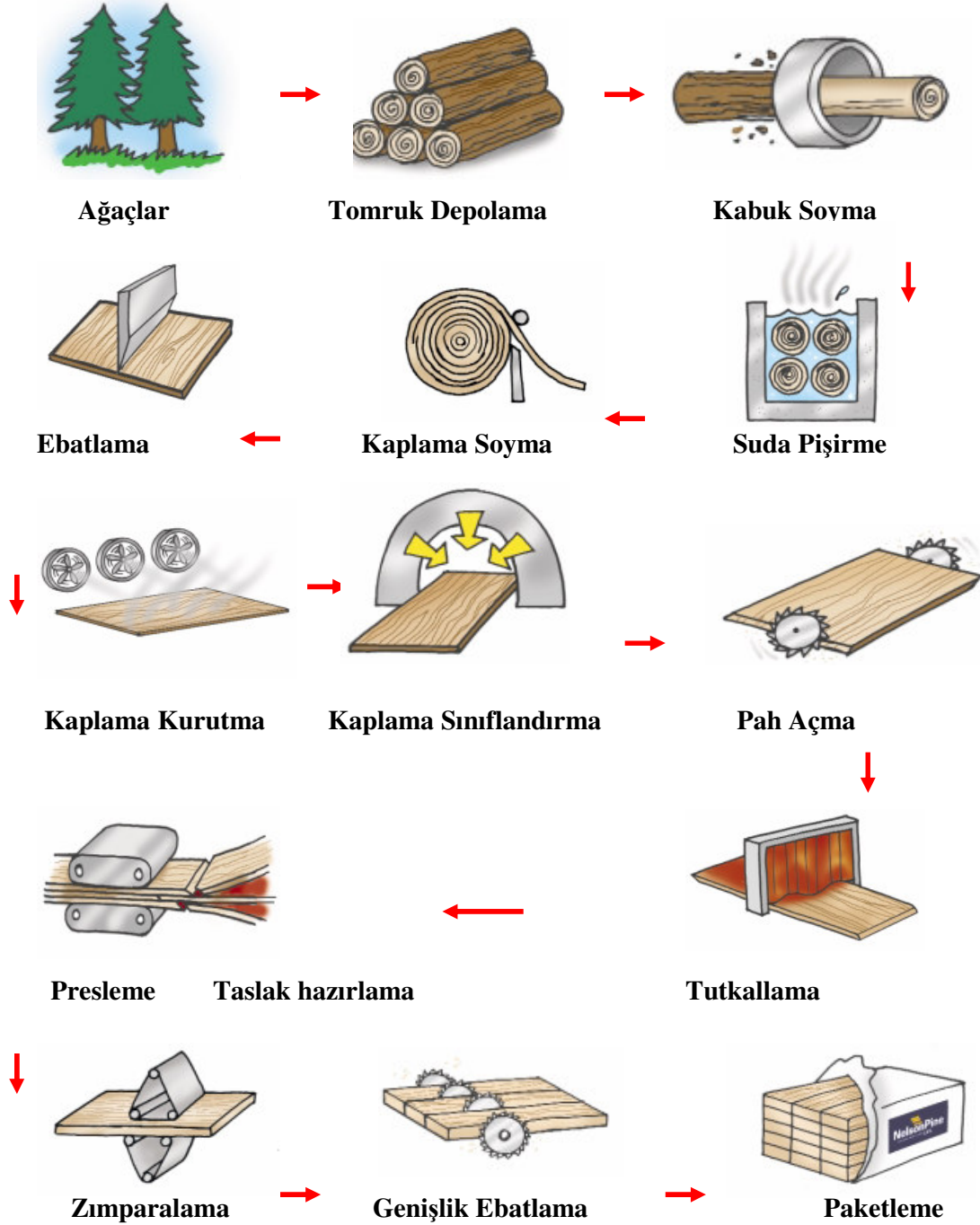
Glulam: İki veya daha çok kerestenin lifleri birbirine ve sonuçta elde edilecek malzemenin uzun eksenine paralel gelecek şekilde, basınç altında yapıştırılmasıyla elde edilen bir ahşap yapı elemanıdır.



Şekil 2.8 : Glulam (www.glulam.org, www.anthonyforest.com).

2.2. LVL ÜRETİMİ

LVL üretiminde iş akışı Şekil 2.9' da şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.9 : LVL imalatı iş akışı (www.nelsonpine.co.nz).

2.2.1. Tomruk Depolama

Kaplamalık tomrukların ormandan kesimini takiben fabrikada makinelerle işlenmesine kadar geçen süreçte tomrukların çatlama, çürüme ve böcek zararlılarına karşı korunması gerekir. Burada fabrikadaki depolama teknikleri önemli bulunmaktadır. Depolamanın uygun yapılması şartıyla kaplamalık tomruklar belirli bir süre için iyi durumda korunabilir. Özellikle yapraklı ağaç tomrukları ormanda istifleme, taşıma ve fabrikada depolamada daha fazla zarar görür. Bu zararın miktarı mevsimlere göre değişir.

Yapılarda taşıyıcı olarak kullanılacak LVL'lerin üretiminde genellikle ağırlıklarına oranla direnç özellikleri daha iyi olduğundan sarıçam yada douglas göknarı gibi iğneli yapraklı ağaçlar tercih edilmektedir. Mobilya imalatı gibi küçük boyutlu laminasyonlarda ise daha çok kayın odunu değerlendirilmektedir (ŞENAY, 1996).

Fabrika deposunda, organik bir malzeme olan tomrukların miktarı ve bekleme süreleri arttıkça, yörenin iklim koşullarına bağlı olarak, zarar miktarı da artmaktadır. Bu nedenle prensip olarak, fabrikalardaki tomruk stok miktarı az tutulmakta ve tomruklar depoda en fazla 1-2 ay bekletilmektedir. Bu da fabrikalarda tomruk temini ve fiyat elastikiyeti bakımından sorunlar yaratabilmektedir.

Tomruk deposunda dikkat edilen en önemli husus, tomruğu mümkün olduğu kadar kısımlara ayırmadan bir bütün olarak depolamaktır.



Şekil 2.10 : Tomrukların fabrika sahasında depolanması (www.raute.fi).

Kuru depo şartlarında genelde en kesitleri çürümeye ve çatlamaya karşı korunmuş tomruklar, 6-9 ay kadar korunabilmektedir. Bunun için tomruk depolarının zemini mikroorganizma faaliyetine ve otlanmaya uygun olmamalı, inorganik malzeme ile kaplanmalı, su tutmamalı ve çamur olmamalıdır. Beton zeminler yükleme-boşaltma işlemleri esnasında kırıldığı ve tozlandığı için sakınca yaratabilir. İstiflenen tomrukların en kesitleri Doğu-Batı yönüne değil Kuzey-Güney yönüne bakmalıdır. Depo yerindeki hakim rüzgar tomrukların en kesitlerine değil yüzeylerine çarpmalıdır.

Kuru depolamada tomruk istiflerinin yüksekliği, devrilme riskini sağlama almak kaydıyla ve güneşin direkt etkisini azaltmak amacıyla, mümkün olduğunca yüksek yapılmalıdır. Ayrıca, tomruk en kesitleri aynı hizada değil birbirlerini gölgeleme amacıyla farklı uzunluklarda yerleştirilmelidir.



Şekil 2.11 : Tomrukların depolanması (Foto: G. Dallı).

Tomrukların en kesitlerini direkt güneş etkisinden korumak amacı ile sıcak günlerde brandalarla örtülmeli ve kapatılmalıdır.

Toprak zeminli depolarda tomruklar doğrudan doğruya depo zemini üzerine bırakılmamalıdır. Çünkü organik madde içeriği bakımından zengin olan depo topraklarında mantar faaliyeti en üst düzeydedir. Bunun yerine tomruk altlarına emprenyeli veya doğal dayanıklı değersiz tomruklar altlık olarak konulmalı veya yerden 50 cm yükseklikteki beton ayaklar üzerine tomruklar istiflenmelidir.

Bu olası sorunlar karşısında, en iyi depolama yöntemi;

- Genel olarak depo edilen tomruk miktarı, işi aksatmayacak en düşük düzeyde tutulmalıdır.
- Depoya ilk giren tomruklar, işlenmek için depodan ilk çıkan tomruklar olmalıdır.
- Tomruklar cins, çap sınıfı, geldiği bölge ve yetişme ortamı özelliklerine göre sınıflandırılmalıdır ve bu sıra dahilinde işlenmelidir.
- Pişirme işlemlerinde uyum sağlayabilmek için, aynı cins ağaçlarda özgül ağırlığı birbirine yakın olan ağaç malzemenin birarada depolanması da işleme pratiklerinde kolaylık sağlamaktadır (GÖKER, 2003).

2.2.2. Kabuk Soyma

Tomrukların soyulmadan önce kabuklarının uzaklaştırılması gerekir. Bunun sonucunda;

- 1- Kaplama eldesinde kabuk parçalarının bıçakla basınç levhası arasına sıkışması önlenir.
- 2- Gövdede sağlam olarak duran budaklar ve varsa ur oluşumu gövdeyle aynı hizada kesilir.
- 1- Ormanda kesme ve sürütmede, taşımada ve depolamada gövdeye girmiş sert cisimler soyulan kabukla birlikte tomruk yüzeyinden uzaklaştırılır.
- 2- Tomruk yüzeyinde varsa çürük ve direncini çürüme nedeni ile kaybetmiş kısımlar uzaklaştırılır.
- 3- Kaplama elde etme bıçaklarının önce kabukla değil, doğrudan doğruya odun partileri ile karşılaşması sağlanır.

Ayrıca bir kabuk soyma makinesinde şu özelliklerin olması gerekir;

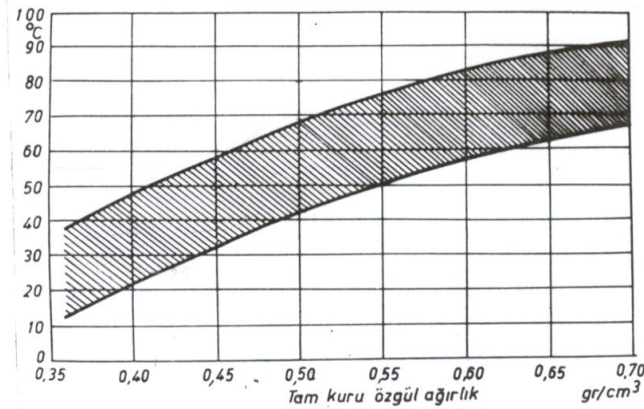
- 1- Soyma sırasında gövdeye zarar vermemelidir.
- 2- Sonradan ikinci bir işlemlerle temizleme yapmaya meydan vermeyecek şekilde temiz bir soyma gerçekleştirilmelidir.
- 3- Kıymıksız, lif çıkıntısız, pürüzsüz bir soyma yüzeyi sağlanmalıdır.
- 4- Soyabileceği çaplar geniş sınırlar arasında değişmelidir.
- 5- Şekil bakımından düzgün olmayan tomrukların soyulmasını da gerçekleştirebilmelidir.
- 6- Mümkün olduğu kadar sürekli bir çalışma şekline sahip olmalıdır.
- 7- Çalıştırılması kolay olmalı, kaza tehlikesi bulunmamalıdır.

- 8- Fiyatı yüksek olmamalı, kolay temin edilebilmeli, yedek parçası, tamir imkanı bulunmalıdır.
- 9- İşletme masrafları düşük olmalıdır (GÖKER, 2003).

2.2.3. Suda Pişirme

LVL üretiminde soyulacak tomrukların yumuşatılmasında genelde suda pişirme metodu kullanılmaktadır.

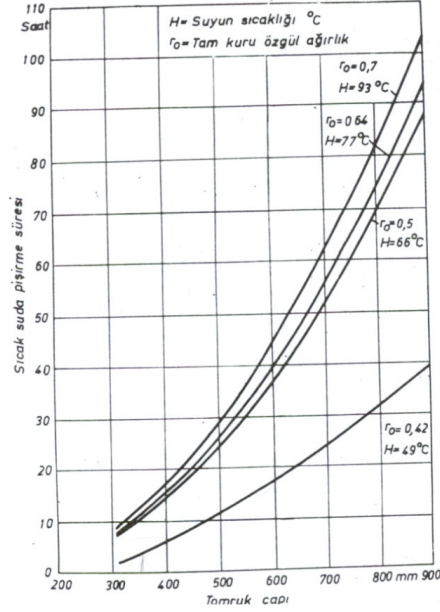
Kaplamalık tomruklar sıcak su içerisinde ısıtılarak yumuşatılır. Bu amaçla tomruklar daima kaynama noktasının altında bulunan sıcak su içinde bekletilir. Bu hususta bina içerisinde veya açıkta tesis edilmiş ısıtma havuzları kullanılır. Ülkemizde iklim şartları uygun olduğundan bu havuzların açıkta yer altında tesis edilmesi mümkündür. Böylece tesisatın daha ucuza maledilmesi sağlanır. Bu ısıtma havuzlarının tabanında suyu ısıtan borular mevcut olup, bu boruların ısınması, su buharı veya sıcak su ile yapılmaktadır. Boruların üst tarafında ise ağaçtan yapılmış bir ızgara bulunur. Bu havuzun doldurulmasında evvela içerisinde havuzun 1/3 yüksekliğine kadar su sevk edilmekte, sonra tomruklar havuz içerisine atılmakta ve daha sonra da kalan kısma su ilave edilmelidir. Sıcak suyun verilmesinde yan yana olan havuzların birinden diğerine pompa ile sıcak su aktarılmaktadır. Genellikle ısıtmada kullanılan suyun sıcaklık derecesi işlenecek ağacın özgül ağırlığına bağlı olmak üzere ve yaklaşık olarak 50-90 °C arasında değişmektedir. Kullanılması düşünülen tomruk için pişirme süresinin bulunmasında öncelikle ağacın tam kuru özgül ağırlığına göre pişirme suyunun sıcaklığını gösteren Şekil 2.12 incelenmelidir.



Şekil 2.12: Özgül ağırlığa bağlı olarak soyma ve kesme kaplama prizmalarının en uygun sıcaklık dereceleri (MÖRATH, 1949).

Şekil 2.12 den pişirme suyunun sıcaklığı bulunduktan sonra, Şekil 2.13 deki özgül ağırlığı ve suyun sıcaklığına ve tomruğun çapına göre pişirme süresi bulunur.

Şekil 2.13 de görülen grafikte belirtildiği gibi tomruk çapının artması ile pişirme süresi de uzamaktadır.



Şekil 2.13 : Kaplamalık tomruklarda sıcak suda pişirme süresinin tomruk çapı, odunun özgül ağırlığı ve suyun sıcaklık derecesi ile ilişkisi (FLEISCHER, 1959).

Su içinde tomruğun sıcaklığı çok yavaş artar. Bu bakımdan pişirme buharlamadan daha iyidir. Diğer taraftan çok fazla suyun ısıtılması gerektiğinden yöntem ekonomik değildir. Suda ısıtma süresi buharlamadan % 10 daha uzundur.



Şekil 2.14 : Tomrukların sıcak suda pişirilmesi (www.plytec.com).

Tomruğun pişirilmesi (ısıtılması) ile ilgili bazı öneriler:

- 1- Isıtılmadan önce tomruğun kabuğu soyulmalıdır.
- 2- Tomruk bütün boyunca ısıtılmalıdır.
- 3- Tomruklar çap sınıflarına göre tasnif edilmeli ve her bir çap sınıfı ayrı ayrı ısıtılmalıdır.
- 4- Tomrukların ısıtılmasında daha önce verilen tablo ve eğrilere göre suyun veya buharın sıcaklığı belirlenir ve tomruklar bu sürelerle göre ısıtılır.
- 5- Tabloda olmayan ağaç türleri için özgül ağırlığına göre sıcaklık ve süre belirlenir ve süreleri aynı olan ağaç türleri birlikte ısıtılır. Ancak, bu gibi türler için esas sürenin denemelerde belirlenmesi gerekir.
- 6- Isıtma havuzunda veya mahzenlerde ısıtıcı madde sirkülasyonu hatasız sağlanmalı ve tüm tomrukların yüzeyi ve uç kısımları ısıtıcı madde ile sürekli temas halinde olmalıdır.
- 7- Isıtıcı madde, tomruk ve prizma uçlarına doğrudan doğruya çarpmamalıdır.
- 8- Isıtıcı maddenin sıcaklığı her yarım saatte bir ölçülmelidir. Sapmalar olduğu takdirde gerekli düzeltme ve ayarlamalar yapılmalıdır.
- 9- Ölçü aletleri ısıtma havuzunun veya pitlerin birkaç yerine konmalıdır. İyi bir sistemde sıcaklık öngörülenden en fazla 1-2° farklı olmalıdır.
- 10- Sıcaklık su ile ısıtmada en az iki havuz kullanılır. Boş havuza tomruk veya prizmalar konduktan sonra dolu havuzdan sıcak su boş havuza pompalanır.
- 11- Tomruk ve prizmaların birkaç tanesi bir araya getirilerek bağlanır. Böylece bunların hareketi kolaylaşacağı gibi ısıtıcıda tüm yüzeyi yalayarak geçer.
- 12- Soyma işlemi biter bitmez takozun ucundan öz boyunca 5-6 cm burgu ile delik açılarak hemen bir termometre ile tomruğun veya prizmanın sıcaklığı kontrol edilmelidir. En kalın tomrukta bu sıcaklık suyun veya buharın sıcaklığından 5 °C daha azsa küçük çaplı tomruklar suyla aynı sıcaklıkta demektir.
- 13- Makinedeki ayarlar uygun yapıldıysa kaplama kalitesi tomruğun ısıtılmasına bağlıdır (GÖKER, 2003).



Şekil 2.15 : Pişirme işlemine tabi tutulmuş tomrukların havuzdan çıkartılması
(www.plytec.com).

Suda pişirmenin faydalı ve sakıncalı yönleri;

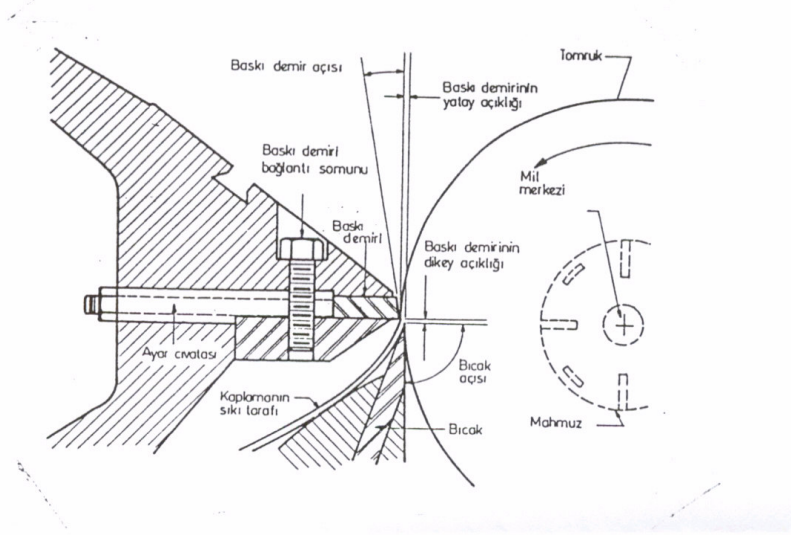
Faydaları;

1. Kapalı kaplama üretimine imkan verir. Kapalı kaplamanın anlamı kaplamanın liflere dik yöndeki direncinin büyük olmasıdır. Böylece kaplamalar diğer işlemler sırasında yarılmaz ve çatlamazlar.
2. Budaklar yumuşadıkları için bıçağa zarar vermeden düzgün kesilirler, kesme işlemi daha kolay olur. Budaklar kesilirken daha az enerji tüketilir. Renk yeknesaklığı sağlanır. Özellikle diri odundaki oksidasyon nedeniyle renk bozulması azaltılır.
3. Bazı ağaç türlerinde diri odun kaplamalarının kurutma süreleri kısalmır.
4. Kalın kaplamaların kesilmesi ve soyulması ancak ısıtma ile olur.
5. Dekoratif yüzey kaplamaları sert ağaçtan kesilecekse mutlaka ısıtılmaları gerekir.

Sakıncaları;

1. Fazla ısıtma tomruk uçlarının aşırı derecede yarılmasına neden olur.
2. Fazla ısıtma kaplamalarda ilkbahar odununun yün görünümü kazanmasına ve yaz odununun parlamasına neden olur.
3. Kesme sırasında ilkbahar ve yaz odunu ayrışır.
4. Kaplama rengi hiç beklenmedik şekilde koyulaşabilir.
5. Tomruk uçları aşırı derecede yumuşadığı için kavrama başlıkları freze gibi tomruğu oyar ve boşta dönerler.

Soyma esnasında birbirinden ayrılması güç iki etki söz konusudur. Bunlar kesme ve yarılma. Soyma esnasında yarılma üzerine değişik faktörler etki eder. Bunlar bıçak ucu açısı, soyma kaplama eldesine konu olan odunun anatomik özellikleri, liflere dik yönde çekme direnci, yarılma direnci, tomrukların yumuşatılma özellikleri, tomruk sıcaklığı, basınç levhasının formu, tomruk yüzeyine yaptığı basınç, basınç levhası ile bıçak ucu arasındaki yatay ve dikey mesafelerin yetersizliği, kaplama levha kalınlığı, odunun elastik özellikleri vb. dir. Bahsedilen bu faktörler aşağıdaki Şekil 2.17' de gösterilmiştir.



Şekil 2.17 : Standart basınç levhası, bir kaplama soyma makinesinin yan kesit görünüşü ve elemanları (BURDURLU, 1994).

Kaplama levhasında enine kesit ile ilgili olarak bu önden yarılma kaplama kalınlığına dikey yönde çatlakların oluşmasına sebep olur. Oluşan bu bıçak çatlakları biryandan kaplamanın yüzey düzgünlüğünü bozarken diğer yandan kaplamanın direncini düşürür ve daha sonra tutkallama işlemlerinde zorluk yaratır. Bu tür çatlamayla oluşan sakınca genelde basınç levhası (baskı demiri) ile ortadan kaldırılmaktadır. Basınç levhasının amacı; önden yarılma meydana getirilmeden bıçağın kusursuz bir kesiş yapmasını sağlamak üzere soyma esnasında odunun basınç etkisi altında tutulmasını sağlamaktır. Levha kalınlığına göre yeteri kadar basınç yapılması halinde düzgün bir kesiş meydana gelmektedir.

Basınç levhası tarafından oluşturulan basıncın miktarı tayin edilebildiği gibi, bıçak ve basınç levhası arasındaki dikey açıklık yardımı ile ölçülebilmektedir.

Yapılan araştırmalara göre 3.2 mm kalınlığında bir kaplama levha soyulmak istendiğinde en fazla 0.76 mm' lik bir dikey açıklık veya 0.25 mm kalınlıkta levha için 0.13 mm' lik dikey açıklık ile iyi soyma yapmak mümkün olmaktadır.

Yatay açıklık tespit edilirken ise, basınc levhası tarafından herhangi bir basınc yapılmadığı takdirde, kaplama levha kaba ve çok soyma çatlaklarını içerebilmektedir. Buna karşı basınc levhası ileriye doğru hareket ettirilir ve yatay açıklık azaltılır ise, soyma çatlakları hemen hemen ortadan kalkar ve kaplama levha oldukça düzgün yüzeyle sahip olur. Ancak fazla basınc dolayısıyla kaplama levha kalınlığı bir miktar azalmaktadır (GÖKER, 2003).

2.2.5. Ebatlama

Kaplama soyma makinesinden sonsuz bant halinde üretilen kaplamalar  amaçla makaslama işlemine tabi tutulurlar. Bunlardan birincisi az kusurlu veya kusursuz kaplama bandının LVL uzunluğuna uygun şekilde kısımlara ayrılmasıdır. İkincisi ise kaplama bandı üzerindeki çürük, çatlak, budak v.b. büyük ve önemli kusurların kesilerek çıkartılması ve kaplama bandının bu kusurlardan arındırılmasıdır. Bu durumda sonsuz kaplama bandı çok sayıda dar kaplamalara dönüşmektedir. Üçüncüsü ise nispeten kusurlu tomruklardan elde edilen sonsuz bant halinde fakat gayri muntazam şekilde olan kaplamalardan uygun boyut ve şekilde kısımların daha sonra LVL retiminde kullanılmak üzere ayrılmasıdır.

Ebatlama bölümünde dikkat edilmesi gereken hususlar;

- 1- Soyma kaplama bandında hız ayarlaması yapılarak levhaların gergin ve lif yönlerinin makas bıçağına paralel doğrultuda olması sağlanmalıdır.
- 2- Kıvrılarak gelen soyma kaplama bandında makas bıçağına gelmeden önce gerekli düzeltmeler yapılmalıdır.
- 3- Kaplama bandı üzerinde iyi gözlem yaparak kusurlu bölgeler belirlenmelidir.
- 4- Kusurlu kısımlar levhadan en iyi randıman alabilecek şekilde uzaklaştırılmalıdır.
- 5- Kusursuz veya az kusurlu soyma kaplama bandını makaslarda uzunlamasına kesme işlemi otomatiğe bağlanmalıdır.
- 6- Makaslarda ortaya çıkan ayar bozukluklarını fark ederek zayıtın fazla olması önlenmelidir.

- 7- Makinenin maksimum kapasite ile çalışması sağlanmalıdır.
- 8- Makinenin maksimum kapasitede çalışması için lüzumsuz bekleme ve duraklamalardan kaçınmak amacı ile gerekli tedbirler alınmalıdır (GÖKER, 2003).

2.2.6. Kaplama Kurutma

Soyularak elde edilen ve ebatlanan kaplamalar daha sonra kullanılış yerinin istediği sonuç rutubete göre kurutma hatası ve deformasyon olmayacak şekilde en kısa sürede kurutulmaları gerekir. LVL üretimi için kaplamalar genellikle kullanım yerine göre % 5-10 rutubete kadar kurutulurlar. Kaplamaların kurutma süresi üzerine;

- Ağaç türü
- Özgül ağırlığı
- Öz odun-diri odun oranı
- Ağaç malzemenin başlangıç rutubet miktarı
- Permeabilitesi
- Buharlama veya pişirme ortamı şartları
- Kaplama kalınlığı vb. parametreler (GÖKER, 2003).

tesir etmekte olup, yaş kaplamalar % 30-110 arasında rutubet içerir. Bu rutubet aynı zamanda kaplama levhalarının ağırlıklarını da artırır. Bu levhaların üretimden sonra hemen kurutulması gerekir. Zira ıslak kaplamalar bu halleri ile yaş halde stoklanacak olursa küf mantarlarının hücumuna uğrar veya enzim faaliyeti sonucu oluşan oksidasyon lekeleri, renk farklılıkları, renk tonlarında belirsizlikler meydana gelir.

Kaplama levhalarının kurutulması işleminin, onların fiziksel özelliklerine uygun şartlarda yapılması gerekir. Çok fazla çalışma suretiyle boyut ve biçim değiştirme riski gösteren ağaç türlerinden elde edilmiş kaplamaları yüksek sıcaklık derecelerinde kısa sürede kurutma, onlarda bir yandan renklerinin koyulaşmasına, kavrulmak suretiyle direnç değerlerinin düşmesine neden olurken, diğer yandan da daha sonraki tutkallanma pratiklerinde sakıncalar yaratacak olan yüzeylerinde potlaşma, uç ve kenarlarında ondülasyon meydana gelmesine sebep olabilir.

Öncelikle istenen sonuç rutubete kadar kurutulmuş bir kaplama düz bir zemine bırakıldığında bütün yüzeyi ile bu zemine temas etmelidir. Çalışma üzerine diğer kurutma faktörleri yanında kaplamanın elde edildiği ağaç türü, onun tam kuru özgül ağırlığı ve kaplama kalınlığının baskın etkisi vardır. Buradan çıkarılacak sonuç; çalışma bakımından riskli olan kaplamaların daha mutedil kurutma şartlarında ve daha uzun sürede yavaş yavaş kurutulması gerektiğidir.

Genel olarak ağaç malzemenin kurutulmasında olduğu gibi kaplama levhalarının kurutulmasında da ulaşılmak istenen sonuç rutubet miktarı kullanım yeri ile doğrudan ilgili bulunmaktadır.

Kaplama Özelliklerinin Kurutma Üzerine Etkisi:

Normal hallerde kalınlıkları sınırlı ve hacimlerine göre buharlaşma yüzeyleri oldukça büyük olan kaplama levhalarının kurutulma süreleri oldukça kısadır. Buna rağmen kalın kaplamalar ince kaplamalara göre daha yavaş kurur. Ayrıca kalın kaplamalarda kalınlık farklılığı (tolerans) daha fazla olup bu tür kaplamaların kalın kısımları ince kısımlarına göre daha uzun sürede kuruyacak ve sonuç rutubeti uniform olmayacaktır. Bu nedenle kaplama kurutmada homojen kalınlık çok önemlidir.

Diğer bir faktör ise kaplama yüzeyinde liflerin yönüdür. Lif uçlarının bulunduğu enine kesitler, yüzeylere göre biraz daha hızlı kururlar. Buna göre düzensiz lifli ve karışık desenli kaplamalarda bölgesel olarak kuruma, liflerin birbirine paralel olduğu yüzey kısımlara göre daha hızlıdır. Bu kaplamalarda farklı gerilimler sonucu ondülelik oluşumu görülebilir.

Teğet ve radyal yüzeyler arasındaki kuruma oranı farkı oldukça küçüktür. Fakat fark edilebilir. Öz ışınlarına paralel kesilmiş kaplamalar, aynı kalınlıktaki soyma kaplamalara göre biraz daha uzun sürede kurur. Düz kesme kaplamalarda yıllık halkaların birbirine paralel olan kenar kısımları, yıllık halkaların parabol şeklinde görüldüğü orta kısımlarına göre daha yavaş kurumaktadır.

Kaplamalardaki rutubet miktarı doğal olarak toplam kurutma süresini etkilemektedir. Dip kütüklerinden elde edilen kaplamalar, ağacın taç kısmına yakın tomruklardan elde edilen kaplamalara göre daha fazla rutubete sahip olabilir (ÇOLAKOĞLU, 2000).

Özgül ağırlığı yüksek olan tomruklardan elde edilen soyma kaplamaların kurutulmasında, fazla daralma özellikleri nedeniyle, kurutma kusuru oluşturmamaları için daha uzun sürede kurutulmalıdır. Böylece bu durumda daha fazla enerji sarf edilir. Zira daha zor ısınırlar.

Diri odun ve öz odunun permeabiliteyi aktivite bakımından farklı olduğu için aynı sıcaklık derecesinde kurutma süreleri de farklı olmaktadır. Kurutma işleminde Jet kurutucular kullanıldığında bu fark önemli bulunmamaktadır.

Ağaç türünün kaplama kurutma üzerine etkisi önemlidir. Kaplama kurutmanın ağacın fiziksel özellikleri ile yakın ilgisi bulunmaktadır. Bunun dışında kaplama kalınlığı ile kurutma süresi ve kurutma kalitesi arasında da ilişki bulunmaktadır. Genelde kaplamalar 90-120 °C sıcaklıkları arasında ve yaklaşık 2-4 dakikada kurutulmaktadır.

Reaksiyon odunu, aynı türün normal odununa göre veya aynı enine kesit içerisindeki normal odun zonuna göre liflere paralel yönde fazla çalışmaktadır. Bunun sonucunda kurutma fırınlarında kurutma teknolojisinin iyi uygulanmaması, diğer bir deyimle kaplamaların kurutulma esnasında kısmen serbest halde kalmaları, başlangıç rutubetinin düşük olması, fırın sıcaklığının normalden yüksek ve buna karşın fırında sirküle eden havanın bağıl neminin düşük olması, bu şartlardan kurutma süresinin kısa olması halinde bu tip kaplamaların uç ve kenarlarında kıvrılmalar ve yüzeylerinde de potlaşmalar oluşabilir.

Aynı hususlar kaplamaların yüzey alanları içerisinde genç odun zonunun fazla olduğu hallerde de geçerli bulunmaktadır (ÇOLAKOĞLU, 2000).

Soyma kaplamalar, kalın ve büyük boyutlu kaplamalardır. Bu tip kaplamaların kurutulmasında silindirik kurutma makineleri kullanılır. Kurutma esnasında kaplamalar

fırın içerisine fırın boyuna eksenli kaplama liflerine dik gelecek şekilde verilmelidir. Aynı zamanda kaplamanın uzun boyutu fırın boyuna paralel olmalıdır.

Soyma kaplamaların kurutma fırını içerisindeki hareketleri birbiri üzerinde yer alan ve aralarında belirli mesafe bulunan silindirik çiftlerinin ters yönde dönmeleri ile sağlanmaktadır.

Sonsuz kurutma, bantlı-sonsuz kurutma makinelerinde (fırınlarında) uygulanmaktadır. Levhalar kurutma makinelerine lif yönü bant hareket yönüne dik gelecek şekilde yani genişliğine verilmektedir.

Kurutma makinesini en yüksek kapasitede çalıştırmak için kullanılabilir genişliği tam olarak doldurmalıdır. Münferit kaplamalarda kaplama levhasının uzunluğunun kurutma makinesinin transport bandının genişliğine uygun olmasına dikkat edilmelidir. Kısa boylu tomrukların soyulması söz konusu olduğu takdirde iki veya üç levhanın yan yana getirilerek kurutulması ve böylece kurutma makinesinin kullanılabilir genişliğinden en uygun şekilde faydalanma yolu seçilmelidir.



Şekil 2.18: Kaplama kurutma hattı (www.raute.fi).

Sonsuz bir bant halinde kurutulan levhalar kurutma sırasında genişlikleri yönünde daralmaktadırlar. Bu daralma miktarı % 4-12 arasında değişmektedir (ÇOLAKOĞLU, 2000).

LVL üretimi için kaplamalar kullanım yerine göre genelde % 5-10 rutubete kadar kurutulurlar.

Kurutulmuş kaplama aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

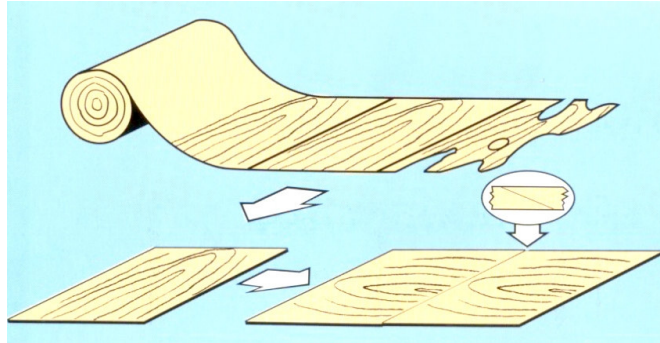
- a- Rutubet dağılımı homojen olmalı
- b- Potlaşma ve oluklaşma olmamalı
- c- Çatlama oluşmamalı
- d- Tutkallama için iyi kondüsyonlanmış olmalı
- e- Cazip bir renge sahip olmalı
- f- Daralma minimum olmalı
- g- Hücre çökmesi (kollaps) ve bal peteği oluşmamalı
- h- Yüzeysel sertleşme minimum olmalı (GÖKER, 2003).

2.2.7. Kaplama Sınıflandırma

Kurutulmuş kaplamalar kusurlarına göre sınıflandırılır, çok küçük ve dar parçalar uzaklaştırılır. Çok rutubetli kaplamalar da tekrar kurutulmak üzere ayrılır. En kusursuz kaplamalar yüzeyde kullanılır. Kaplamalar optik yöntemle sınıflandırılacağı gibi yüksek frekanslı sınıflandırma teknolojisi ile de sınıflandırılabilir. Kaplamanın direnç özelliklerinin LVL nin son kullanım yerinde en verimli olabileceği biçimde kaplamalar yerleştirilir. Örneğin; LVL son kullanım yeri olarak yapı kirişi için kullanılacaksa, yüksek kalitedeki kaplamalar kirişin dış yüzeyine yerleştirilecektir (www.hochstrate.de).

2.2.8. Kaplama Birleştirme

LVL üretiminde kullanılan kaplamalar gerekirse alın altına yada bindirme suretiyle uç uca eklenebilir. Yüzey kaplamalarının birleştirilmesinde de pah açma işlemi yapılır.



Şekil 2.19 : Yüzey kaplamalarında pahlı birleştirme (Plytec, 2004).

Kaplamaların her iki ucuna 3 cm uzunluğunda pah açılır. Tutkal yüzey kaplamasının pahlı kısmına sürülür. Pahlı birleştirmeler arasındaki mesafe 10 cm den daha fazla olmalıdır. LVL' nin iç kısmına gelen kaplamalar ise genelde bindirme yöntemi ile birleştirilirler (www.hochstrate.de).

2.2.9. Tutkallama, Taslak Oluşturma ve Presleme

Yüzey ve iç tabaka kaplamaları belirli bir düzen içinde yerleştirilirler. LVL üretiminde genellikle sentetik tutkallar kullanılmaktadır. Üretilecek malzemenin kullanım yerine uygun yapıştırıcı seçilmelidir. Genelde tutkal olarak fenol formaldehit (PF), melamin-üre formaldehit (MUF), fenol-rezorsin formaldehit (PRF) gibi yapıştırıcıların yanısıra PVA, poliüretan ve epoksi türü yapıştırıcılarda kullanılmaktadır. Kullanılacak tutkal türüne göre presleme şartları değişmektedir. Kullanılacak yapıştırıcı aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

1. Tutkala yapıştırılmış malzeme çeşitli dış etkilerin uzun süreli tesirinden sonra da direncini kaybetmemelidir.
2. Tutkal tabakası direnci, yapıştırılmış ağaç malzemenin direncinden daha büyük olmalıdır.
3. Tutkal yapıştırılan malzeme dış hava şartlarına, kimyasal maddelere, mantar ve küflere karşı dayanıklı olmalıdır.
4. Tutkalın hazırlanması kolay ve basit olmalıdır.
5. Tutkalın kullanma süresi oldukça uzun olmalıdır.
6. Tutkal ağaç malzeme üzerine ince bir tabaka halinde el aletleri ve makinelerle kolayca sürülebilmelidir.
7. Sürülme esnasında tutkal viskozitesinin düşük, fakat sertleşme esnasında ise yüksek olması gerekmektedir. Yani sürülen yüzeyin iç kısımlarına geçerek yapıştırma yüzeyindeki miktarı azalmamalıdır.
8. Tutkal miktarı ve tutkallama süresi kaliteyi etkilemeyecek şekilde az olmalıdır. Bu malzemenin maliyeti bakımından önemli bulunmaktadır.
9. Tutkal normal sıcaklıkta sertleşmeli, sertleşme sırasında ve daha sonra gerilmelere neden olabilen ölçü değişmelerine sebebiyet vermemelidir.
10. Tutkal ucuz olmalıdır.
11. Tutkalın depolama süresi uzun olmalıdır (BOZKURT ve KURTOĞLU, 1979).

Bununla beraber yukarıdaki tüm şartları aynı zamanda yerine getiren tutkal bulunmamaktadır.

Büyük yüzeylerin tutkallanmasında özel otomatik ayarlı modern makinelerin kullanılması daha ekonomik olmaktadır. Tutkal karışımının kullanma süresi tutkal türüne bağlı bulunmaktadır. Bu süre tutkallama esnasında hakim olan sıcaklık ile azalmaktadır. Sıcaklığın 15 °C in altına düşmemesi gerekmektedir. Tutkalın sürülme şekli, tutkal tabakasının yeknesaklığı, tutkallanan yüzeyin özellikleri ve sürülme hızı gözönünde tutularak seçilmelidir. Tutkallamada tutkallanan yüzeyin tutma yeteneği, tutkalın malzeme içine nüfuzu, bir metrekare için tutkal sarfiyatı ve fiyat önemli rol oynamaktadır. Tutkal kullanımı g/m² olarak verilmektedir (BOZKURT ve KURTOĞLU, 1979). LVL üretiminde genelde m² ye 150-200 gr tutkal kullanılmaktadır.

Tutkallama perdeleme yada silindirli tutkal sürme makineleri ile yapılır.

Tutkallanan ve uç uca eklenen kaplamalar lifleri birbirine paralel olacak şekilde ve üretilmek istenen malzemenin kalınlığına göre yeterli sayıda üst üste konulmak suretiyle taslak hazırlanır. Bazı kaplamalar, eğilme ve çarpılma olmaması için çoğunluk kaplamaların lif yönüne ters olarak yerleştirilebilir. İstenilen kalınlığa ulaşıldığında, taslakta tutkalın iyi bir şekilde yayılması için bir ön preslemeye tabi tutulabilir. Ön pres basıncı,sıcak pres basıncından % 20-30 oranında daha az olmalıdır.



Şekil 2.20 : LVL taslağının hazırlanması (www.raute.fi).

Hazırlanan taslaklar düz veya form verilmiş preslere nakledilerek, kullanılan tutkala göre yalnız basınç ya da sıcaklık ve basınç altında preslenmek suretiyle yapıştırma işlemi sağlanır. Çoğunlukla sürekli presler kullanılır (www.hochstrate.de).



Şekil 2.21 : LVL üretim hattı (www.dieffenbacher.de).

Yapıştırma için gerekli basınç miktarı $8-12 \text{ kg/cm}^2$ arasında değişmektedir. Yeterli olmayan basınç tutkal tabakasının daha kalın olmasına sebebiyet vermektedir. Gereğinden fazla basınç ise tutkalın yan taraflardan dışarıya sızmasına veya odun içine nüfuzuna neden olmakta ve böylece de hatalı yapışmalara sebebiyet vermektedir.

Presleme süresi soğukta sertleşen tutkallar için, tutkalın sertleşme süresi ve ortamın sıcaklığına bağlı olup, tutkal türüne göre 2-8 saat arasındadır. LVL üretiminde daha çok sıcakta sertleşen tutkallar kullanılmakta olup, buhar veya kızgın yağ ile ısıtılan preslerde presleme süresi üretilen malzemenin kalınlığına bağlı olarak $105-170 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de yaklaşık 5-20 dakikada gerçekleşebilmektedir. Sıcakta sertleşen tutkallar için yüksek frekansla ısıtılan preslerin kullanılması daha uygun olabilmektedir.

2.2.10. LVL Bitirme İşlemleri

Presden çıkan LVL ler üzerinde istenilen boyutlandırma, dekupaj ve delik işlemleri yapılarak son haline getirilir. Son boyutlarına getirilen LVL'ler kalite kontrol işlemlerinden sonra paketlenerek müşteriye sevk edilmek üzere istife alınırlar.

2.3. LVL' NİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

LVL ve diğ er yük taşıma amaçlı lamine yapı malzemelerin masif ahşaba göre avantaj ve dezavantajları aşağıda açıklanmıştır:

Avantajları;

- a- Masif ahşaptan üretilecek elemanların boyutları sınırlıdır. Oysa istenilen boyutlarda LVL üretebilmek mümkündür.
- b- Gerek mimaride gerekse iç dekorasyonda istenilen stilde ve sınırsız formlarda çalışma olanağı sağlamaktadır.
- c- Kaplamalar kolay ve ekonomik olarak kurutulabilmektedir. Oysa, büyük boyutlu ağaç malzeme doğal olarak kısa sürede kurutulamamakta ve ek bir kurutma maliyeti getirmektedir.
- d- Yapısal elemanların tasarımında, yüke bağlı olarak kesit alanında farklı kesitlerde çalışma olanağı sağlar. Örneğin kavisli elemanlarda yükün geldiği yerlerde (kritik kesitte) daha büyük boyut uygulanabilmektedir.
- e- Elemanın yapısal bütünlüğünü bozmadan daha az dirençli laminasyonlar için düşük dirençli ağaç malzeme kullanımına olanak sağlamaktadır.
- f- Çeşitli birleştirme yöntemlerinin uygulanması ile çok küçük boyutlardaki ağaç malzemenin kullanımına olanak sağlandığında fire oranı azalmaktadır. Ağaç malzemenin bünyesindeki kusurlarından (budak, çatlak, kurt yeniği, lif kıvrıklığı, çürüklük, reaksiyon odunu, sulama vb.) arındırılarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır.
- g- LVL aynı cins ağaç malzemeye göre daha az çalışmaktadır. Buna neden olarak LVL nin katları arasında uygulanan tutkalın su itici özelliği gösterilebilir. Bunun sonucu olarak LVL aynı cins masif ağaç malzemeye nazaran boyutsal bakımdan daha stabildir.
- h- Geniş ve tek açıklıklı yapılarda kubbe, piramit, tonoz vb. geometrik strüktür oluşturulmasına imkan sağlamaktadır.
- i- Kolon, kiriş, kemer, makas ve aşık gibi parçalar üretilebilmekte, birleşmeleri için gerekli tüm detaylar ve metal aksesuarlar fabrikada tamamlanabilmektedir.

Dezavantajları;

- a- Ahşabın tutkallanmaya hazırlanması ve tutkallanması, son ürün üzerinde ek bir işçilik maliyeti getirmektedir. Fakat, aynı boyutlardaki monoblok bir ağaç malzemeye göre bu kabul edilebilir bir durumdur.
- b- LVL nin direnci, birleştirmelerde ve yapıştırımda kullanılan tutkalın kalitesine de bağlıdır. Yüksek dayanımlı tutkalların alım maliyetinin yüksek olması ek bir maliyet getirmektedir.
- c- Yüksek kaliteli LVL nin üretilmesi, imalatın bütün aşamalarında yapılan operasyonların özenle ve dikkatli bir şekilde yapılmasıyla mümkün olmaktadır.
- d- Büyük boyutlu kavisli taşıyıcı elemanların nakliyesi sırasında büyük güçlüklerle karşılaşmaktadır.
- e- Lamine edilecek ağaç malzemenin belirli sonuç rutubete kadar kurutulması gerektiğinden kurutma tesisi ve ek bir işçilik maliyeti gerektirmektedir (ŞENAY, 1996).

2.4. LVL' NİN KULLANIM ALANLARI

Son kullanım yerine göre LVL nin iki tip kullanımı vardır:

- 1- **Yük taşıma amaçlı olmayan LVL'nin Kullanım Alanları:** Pencere, kapı kasası, merdivenler, mobilya ve mutfak dolaplarıdır. Taşıyıcı olarak kullanılmayan LVL, kereste, plastik, MDF ve Yonga levha ile görünüm, işlenebilirlik, boyutsal kararlılık ve fiyat açısından rekabet edebilmektedir.



Şekil 2.22 : LVL' nin merdiven ve pencerede kullanımı (www.raute.fi).

2- Yük taşıma amaçlı LVL' nin Kullanım Alanları: Son kullanım yeri olarak yapısal destek kirişi, kolon, çatı kirişi ve çatıda sırt kirişi gibi birçok çeşidini içermektedir (Konut amaçlı olsun yada olmasın). Yapılarda taşıma amaçlı LVL, büyük boyutlu kereste, elik ve betonla direnç, ağırlık, boyutsal kararlılık ve fiyat açısından rekabet edebilmektedir (www.northerninitiatives.com).

Aşağıdaki resimlerde LVL'nin yapılarda taşıma amaçlı kullanımlarına örnekler verilmiştir:



şekil 2.23 : LVL' nin yapılarda taşıma amaçlı çeşitli kullanımları
(www.cfr.ncsu.edu).

LVL, son 25 yıldan beri yapı alanında önemli bir kullanım alanı bulmuştur. Üniform özellikleri ve farklı boyutlarda üretilebilmesi nedeniyle, özellikle geniş açıklıklı yapılarda, LVL önemli bir üstünlük sağlamıştır.

LVL konut, büyük prefabrik bina ve endüstriyel yapılarda kullanılmaktadır. Kereste üretimi için fazla uygun olmayan nispeten küçük çaplı tomruklar bile soyularak, büyük boyutlu levhaya dönüştürülebilir.

Yük taşıma amaçlı LVL'nin kemer şeklindeki kirişlerde kullanılması halinde dayanak açıklığı 150 m'ye kadar çıkabilmekte, düz kirişlerde ise 40 m'ye varmaktadır. Düz kirişler genellikle kendisini oluşturan tabakanın yatık ya da dikine olarak yerleştirilmesi ile imal edilmektedir. Özellikle kullanım yerinde yapılması zor ve ekonomik olmayan makas, kolon gibi birden çok elemandan oluşan birleşik yapı elemanları, üretim yerinde monte edilebilir. Güzel biçim verilebilmesi, estetik olması, bakımının kolaylığı, montaj süresinin kısalığı nedeni ile LVL birçok yerde kullanılmakta olup en yaygın kullanım alanları köprü inşaatı, hipodrom, gemi kısımları, okul, cami, kilise, alışveriş merkezi gibi yapılar, büyük depo ve hangar yapımı, fabrika binaları, sinema, tiyatro, konser, teşhir ve gösteri salonları, konut, otel, bahçe mobilyası ve pergole yapımı vb.dir (www.oranmimarlik.com.tr).

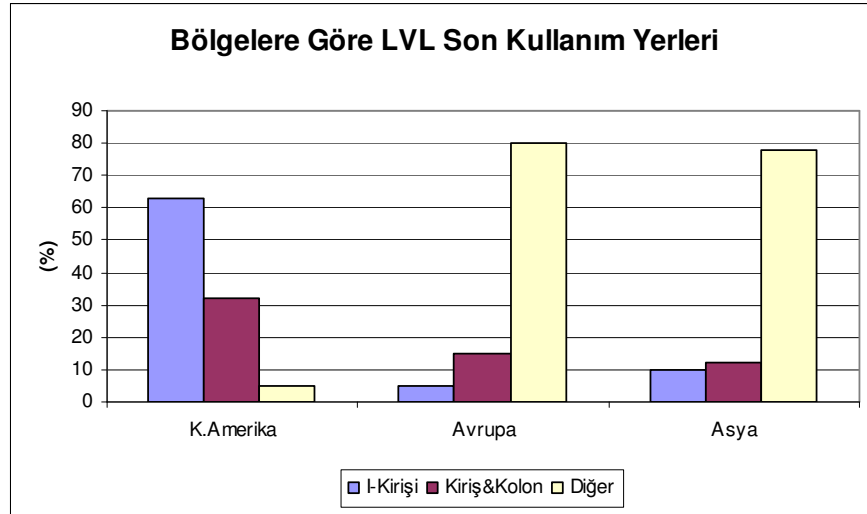


Şekil 2.24 : Ahşap iş merkezleri (www.cfr.ncsu.edu).



Şekil 2.25 : İsveç' de bir kafeterya (www.cfr.ncsu.edu).

Japonya LVL'de büyük bir tüketici olmasına rağmen, esas üretici ve tüketici Kuzey Amerika'dır. LVL, Kuzey Amerika' da son kullanım yeri olarak yük taşıma amaçlı uygulamalarda, çoğunlukla I-Kirişlerin çerçevesinde tüketilir. Dünya'da çoğunlukla dekoratif amaçlı kullanılırken, Kuzey Amerika'da çoğunlukla taşıma amaçlı uygulamalarda inşaat teknolojisinde kullanılmaktadır. Kuzey Amerika'da % 61 oranında I-kirişlerde, % 31 oranında kolon ve kirişlerde, % 8 diğer uygulamalarda kullanılır (www.northerninitiatives.com).



Şekil 2.26 : Dünya pazarında LVL kullanım alanlarının dağılımı-2000. (www.northerninitiatives.com).



Şekil 2.27 : LVL' nin I-kirişlerinde çerçeve olarak kullanımı (www. northerninitiatives.com).

Kuzey Amerika'da, ağırlık oranına göre direnç özelliklerinin iyi olmasından dolayı LVL'lerin % 95'i yumuşak ağaç odunlarından üretilir ve LVL'ler genellikle kontrplak üretim prosesi ile üretilirler.



Şekil 2.28 : LVL' nin bir fabrikada çatıda kullanımı (www.cfr.ncsu.edu).

Avrupa' da ise iç mimari uygulamalarda önemli miktarda tüketilmektedir. Yapılarda yük taşıma amaçlı kullanılmayan tüketim çoğunlukla Asya ve Okyanusya'da olmaktadır. Dünya' da bu ürünlere olan talep, diğer orman ürünlerine olan talebe göre daha hızlı artmaktadır (www.northerninitiatives.com).

İskandinav ülkelerinde ürünün son kullanım yeri olarak konutlar hakimken, batı Avrupa'da ticari yapılarda daha fazla kullanılmaktadır. Mobilya ve doğramacılık gibi kullanımlar Avrupa ve Kuzey Amerika' da az miktarlardadır.

Japonya' da yapılarda yük taşıma amaçlı olmayan kullanım pazarın % 77 sini oluşturmaktadır. Taşıma amaçlı olmayan uygulamalar, sabit eşya ve bağlantılarında % 51, mobilya % 7 ve aksesuarlarda % 42 oranında kullanılmaktadır (www.northerninitiatives.com).



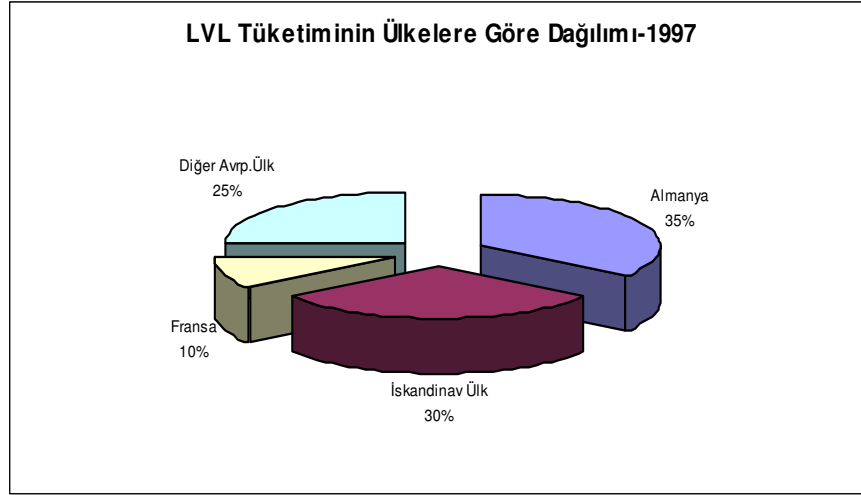
Şekil 2.29 : Hiroşima Köprüsü (www.cfr.ncsu.edu).

Japon LVL pazarında hem sert ağaç hemde yumuşak ağaç odunundan üretim yapılmaktadır. Yumuşak ağaç odunu Kuzey Amerika, Rusya ve İskandinav ülkelerinden gelirken, sert ağaç odunu Endonezya'nın tropik türlerindedir. Sert ağaç odunundan yapılan LVL normalde yumuşak ağaç LVL'si kadar dayanıklı değildir (direnc/özgül ağırlık oranı olarak), bu yüzden sert ağaç odunundan yapılan LVL daha çok mobilya ve bağlantı elemanları gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Japonya'da yumuşak ağaç odunundan yapılan LVL'ler ayrıca sandık ve konteynır yapımında kullanılmaktadır.

Almanya' da LVL daha çok büyük boyutlu ve komplike yapılarda ve yenileme projelerinde kullanılmaktadır. Avrupa'nın merkezinde özellikle İsviçre' de daha çok LVL, çatılarda kullanılırken, Fransa' da büyük boyutlu kapıların çerçevesinde yaygın olarak kullanılır. (www.unece.org).

2.5. LVL' NİN DÜNYA' DAKİ ÜRETİM VE TÜKETİM DURUMU

1997' de Avrupa' da 80.000 m³ LVL tüketildiği hesaplanmıştır. Avrupanın ihtiyaçlarının büyük bir çoğunluğunu iki İskandinav üreticisi ve küçük bir miktarını da Kuzey Amerika karşılamaktadır. Avrupa'daki tüketimin % 35' ini Almanya, % 30' unu İskandinav ülkeleri, % 10' unu Fransa ve kalan % 25' inide diğer Avrupa ülkeleri oluşturmaktadır (www.unece.org).



Şekil 2.30 : LVL tüketiminin Avrupa ülkelerindeki dağılımı (www.unece.org).

1999' da Asya Pasifik LVL pazarında Japonya 410.000 m³' lük bir tüketime sahiptir. Japonya' da üretim 280.000 m³ iken bunu 80.000 m³' le Avustralya ve Yeni Zelanda izlemektedir. Avustralya' da, kontrplak fabrikasının çeşitlendirilmesiyle oluşmuş büyük bir LVL fabrikası vardır ve Avustralya' nın tahmini tüketimi yılda 44.000 m³ LVL dir.

Yeni Zelanda'da, Japonya için üretim yapan, yıllık yaklaşık 40.000 m³ lük üretimi olan iki LVL fabrikası bulunmaktadır. Yeni Zelanda' da LVL tüketimi yoktur. Endonezya ve Malezya da yılda yaklaşık 60.000 m³ LVL yi öncelikle Japonya için üretmektedir.

Japonya LVL için oldukça büyük bir tüketici olmasına rağmen, Kuzey Amerika'da da öncelikle I-kirişleri için üretilip, tüketilmektedir. Kuzey Amerika'da % 95 oranında LVL ler ağırlıklarına oranla direnç özellikleri daha iyi olduğundan, sarıçam ya da duglas göknarı gibi yumuşak ağaç odunlarından üretilmektedir. Batı Virjinya'da

üretimde meşe, akçağaç ve kavak kullanan bir fabrika, Küba' da huş ve titreğ kavak kullanan bir fabrika bulunmaktadır. Bütün bunlara özet olarak 1995-1999 yılları arasında Dünya' daki üretim durumunu gösteren tablo aşağıda verilmiştir (www.unece.org).

Tablo 2.1 : 1995-1999 LVL Üretim Durumu. (1000 m³) (www.unece.org).

DÜNYA ÜRETİMİ	Üretim (1000 m ³)				
	1995	1996	1997	1998	1999
ÜLKELER	997.4	1,158.6	1,332.7	1,402.5	1,705.5
Avrupa	85	85	88	93	93
Asya ¹	119.5	167.4	126.6	91.9	100
Japonya	119.5	167.4	126.6	91.9	100
Malezya&Endonezya			60		60
Okyanusya			42		40
Kuzey Amerika ²	792.9	906.2	1076.1	1,217.6	1,472.5
Kanada				56.6	113.3
ABD				1,161	1,359.2

¹ Japonya verilerini de içermektedir.

² Kanada ve ABD verilerini de içermektedir.

Yukarıdaki tabloda da görüldüğü gibi LVL Dünya'da en çok Kuzey Amerika'da üretilmektedir.

Kuzey Amerika' da bulunan ve LVL üreten 20 fabrikanın m³ olarak kapasitesi Tablo 2.2 de verilmiştir.

Tablo 2.2 : Kuzey Amerika' da LVL üreten tesisler ve üretim kapasiteleri (m³) (www.cintrafor.org)

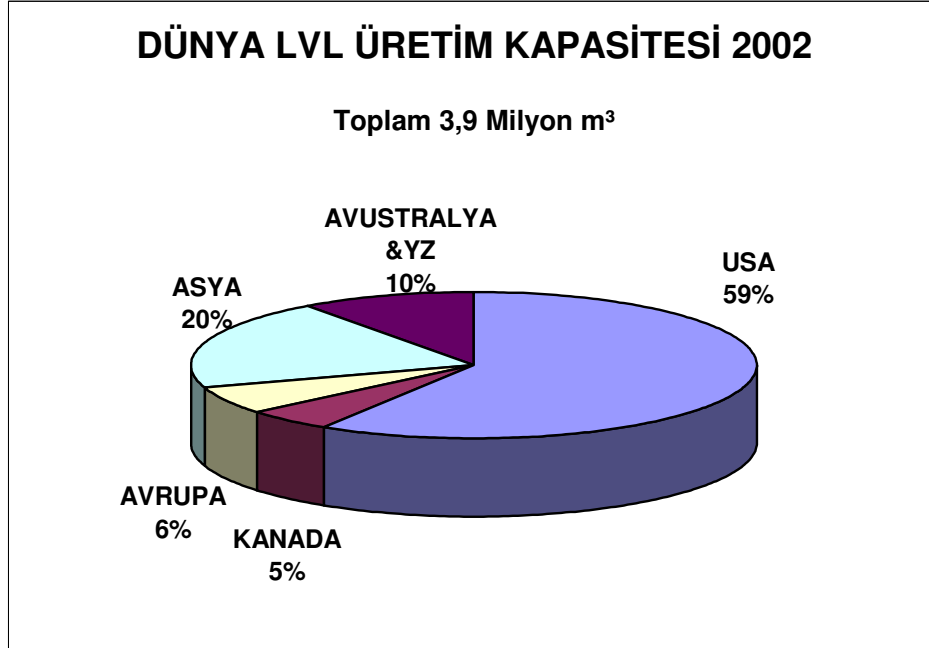
Firmanın Bul. Yer	Firma	Kuruluş Yılı	Üretim Kapasitesi (m ³)				
			1994	1995	1996	1997	1998
Eugene	TJ-Mac Millan	1970	157.914	157.914	157.914	157.914	157.914
Junction City	TJ-Mac Millan	1978	107.936	107.936	107.936	107.936	107.936
Wilmington	LP (Mitek)	1986	84.957	64.949	87.956	87.956	87.956
Natchitoches	TJ-Mac Millan	1986	169.885	203.873	203.873	203.873	203.873
Roxboro	GP (Arrowood)	1987	16.980	33.988	33.998	33.998	33.998
Hines	LP (Tecton Laminates)	1987	90.956	90.956	90.956	90.956	90.956
Valdosta	TJ-Mac Millan	1989	112.945	118.917	118.917	118.917	118.917
Stayton	TJ-Mac Millan	1989	67.948	67.948			67.948
Winston	Willamette Industries, Inc.	1989	33.988	50.968	44.969	44.969	44.969
White city	Boise-Cascade	1990	112.945	169.885	169.885	169.885	169.885
Ville Marie	Tembec	1990	17.999	17.999	19.980	19.980	19.980
Femley	LP	1992	61.977	44.969	70.948	70.948	70.948
Brookings	South Coast Lumber	1994	10.980	27.989	27.989	27.989	27.989
Buckhannon	TJ-Mac Millan	1995		27.989	67.948	67.948	67.948
Lena	Boise-Cascade	1996			61.977	124.916	124.916
Albany	Willamette Industries, Inc.	1996			16.980	41.969	41.969
R Mtn House	Sunpine	1997				22.980	78.957
	TJ-Mac Millan	1998					67.948
Thorsby	Union Camp	1998					78.957
Simmsboro	Willamette Industries, Inc.	1998					44.969

2000’li yıllardan sonra Dünya’deki LVL üretim durumu Tablo 2.3 de verilmiştir. Ancak bu tabloda Avustralya ve Yeni Zelanda’ nın üretimi yer almamaktadır.

Tablo 2.3 : Dünya’ da LVL Üretimi (milyon m³) (www.unece.org).

	2001 Üretim (milyon m ³)	% Oranı	2002 Üretim (milyon m ³)	% Oranı
Dünya	2,43		3,38	
K. Amerika	2,08	86	2,32	69
Asya Pasifik	0,18	8	0,82	24
Avrupa	0,16	7	0,24	7

Toplam olarak Dünya’deki LVL üretim kapasitesi Şekil 2.31 da verilmiştir.



Şekil 2.31 : Dünya LVL üretim kapasitesi (www.unece.org).

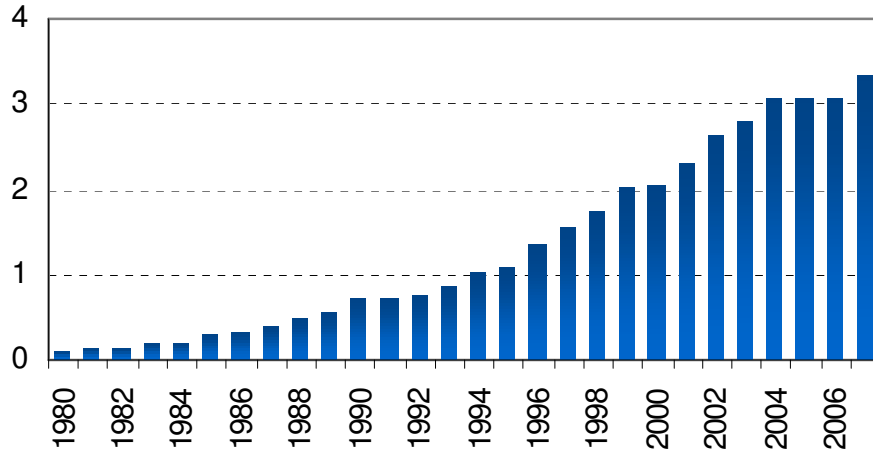
Yukarıdaki grafikde de görüldüğü üzere Dünya’ da LVL üretiminin büyük bir çoğunluğunu %64’ lük bir oranla Kuzey Amerika (USA ve Kanada) oluşturmaktadır. Dünya’ da LVL üretim eğilimi aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 2.4 : Dünya' da LVL Üretimi Eğilimi (1000 m³) (TAYLOR, 2000).

Yıl	ABD	Kanada	Avrupa	Okyanusya	Asya	Japonya
1995	793		85			120
1996	906		85			168
1997	1037	40	88	42	60	127
1998	1161	57	93	40	60	92
1999	1360	114	93	40	60	100
2000 t	1663	245	100	50	65	100
2001 t	1740	256	110	75	80	100
2002 t	1810	295	110	100	80	100
2003 t	1862	343	110	125	90	100
2004 t	2002	378	110	140	90	100
2005 t	2170	420	110	165	90	100

t: Tahmin

Dünya' da yıllara göre tüketim eğilimi ise aşağıdaki grafikde gösterilmiştir:



Şekil 2.32 : Dünya LVL Tüketim Eğilimi (milyon m³) (2000-2006 tahmin) (TAYLOR, 2000).

Yukarıda grafik de görüldüğü gibi, LVL tüketiminin 2006 yılında yaklaşık 3,5 milyon m³ olacağı tahmin edilmiştir. Görüldüğü gibi LVL tüm Dünya' da hızlı bir gelişim süreci içerisinde bulunmaktadır.

3. TÜRKİYE'DE LVL ÜRETİLEBİLME İMKANLARI

3.1. LVL ÜRETİMİ İÇİN KAPASİTENİN BELİRLENMESİ:

Bu çalışmada, yapılarda taşıma amaçlı kullanılan LVL üretimi düşünüldüğünden, öncelikle Türkiye'de yük taşıma amaçlı kullanılan ahşap materyallerin üretim- tüketim ve ithalat-ihracat durumu incelenmiştir.

3.1.1. Yük Taşıma Amaçlı Kullanılan Ahşap Malzemelerin Türkiye'deki Genel Durumu:

Bunun için Devlet İstatistik Enstitüsünden (DİE) 1997-2003 yıllarına ait Türkiye imalat sanayiinde yük taşıma amaçlı kullanılan malzeme olarak;

- 33110101 kodlu İnşaat amaçlı kereste
- 33110106 kodlu Ahşap prefabrik yapılarla

ilgili üretim tüketim verileri alınmıştır.

İthalat-İhracat verisi olarakta yine Devlet İstatistik Enstitüsünden yük taşıma amaçlı kullanılan malzemeler olarak aşağıdaki Gümrük İstatistik Pozisyon numaraları verilen malzemelerin verileri alınmıştır.

- 940600100000 Ahşap Prefabrik Yapılar
- 441840000000 Heyelan Destek Beton Kalıbı
- 441890100000 Tutkallayarak Lamine Edilmiş Kereste
- 441890901000 Hücreli Ahşap Levhalar
- 441890909013 Ahşap İnşaat Kalıpları
- 441890909015 Ahşap Seperatörler ve Paravanlar

Alınan bütün bu verilerin derlenmesiyle Tablo 3.1 oluşturulmuştur.

Tablo 3.1 : Türkiye’de ahşap taşıyıcı yapı malzemelerinin genel durumu (DİE-2004).

Yıllar	Üretim Yapan Firma Sayısı	Üretim(m ³)	İthalat(m ³)	İhracat(m ³)	Tüketim(m ³)
1997	16	108.599	5.575	719	113.455
1998	7	82.982	10.117	1.259	91.840
1999	28	92.661	7.526	1.633	98.554
2000	28	90.464	15.007	2.313	103.158
2001	28	55.970	5.643	3.332	58.281
2002	31	67.318	2.517	9.184	60.651
2003	31	24.401	5.123	7.561	21.963

Ancak alınan bu verilerin gerçeği pek yansıtmadığı, 2002 yılında Tablo 3.1’ e göre toplam inşaatlık kereste imalatı yapan firma sayısı 31 iken, DİE’ nin Genel Sanayi ve İşyerleri Sayımına göre İnşaatlık Kereste imalatı yapan işyeri sayısının 22.037 adet olmasından da kolaylıkla anlaşılmaktadır.

Bunun için yük taşıma amaçlı inşaatlık kereste talebinin daha gerçekçi tahmin edilebilmesi açısından DİE’den 1995-2001 yılları arası yapı sayıları alınmış ve Bayındırlık ve İskan Bakanlığının vermiş olduğu verilere göre her bir yapıda yaklaşık olarak 6 m³ ahşap tüketimi esas alınarak, yapı sayısı ile ahşap tüketimi çarpılıp aşağıdaki Tablo 3.2 oluşturulmuştur. 2001 den 2006 ya kadar olan yapı sayıları Devlet Planlama Teşkilatı tahminlerinden alınmıştır.

Tablo 3.2 : Yapı Sayısına göre tüketilen inşaatlık kereste miktarı (Yapı Sayısı Kaynak DİE).

Yıllar	Yapı Sayısı	Kullanılan ahşap mik. (m ³)
1995	86.791	520.746
1996	93.157	558.942
1997	95.802	574.812
1998	83.997	503.982
1999	78.244	469.464
2000	84.400	506.400
2001	79.434	476.604
2002 ^T	99.293	595.758
2003 ^T	124.116	744.696
2004 ^T	155.144	930.864
2005 ^T	193.931	1.163.586
2006 ^T	242.413	1.454.478

T: Yapı Sayısı Tahmin (DPT, 2000).

3.1.2. Kapasite Tespiti:

Fabrika kapasitesinin tespitinde; mevcut üretim-tüketim ve ihracat-ithalat durumundan çıkarılacak talep tahmini, müteşebbisin finansman durumu veya üretimde darboğaz oluşturabilecek makinenin kapasitesi belirleyici olup, bir LVL fabrikasında da tesisin kapasitesini pres belirlemektedir. Ancak farklı kapasitelere sahip presler bulunabilmektedir. Kapasitenin tespit edilmesine yardımcı olması bakımından Tablo 3.2' deki tahmini kereste tüketim verilerinin ortalaması alınarak 977.876 m³ rakamı bulunmuştur. Daha sonra komple LVL üretim tesisi kuran firmalardan istenen farklı alternatiflere sahip teklifler değerlendirilmiştir.

Tablo 3.2' deki tüketim tahminleri, alınan teklifler ve pres kapasiteleri ile herbir teklifin maliyeti birlikte ele alınmış, ayrıca odun hammaddesi kaynakları da dikkate alınarak, RAUTE firmasının pres kapasitesi yılda 40.000 m³ olan teklifi seçilmiştir.

Bu kapasitede üretim yapabilmek için fabrikanın çalışma süresi, tesisi kuracak firmanın (RAUTE) teknik verileri de dikkate alınarak aşağıdaki gibi düşünülmüştür:

Yıllık Tomruk işleme ve Yaş Kaplama üretimi	300gün
Kuru Kaplama ve LVL Üretimi	300gün
Günde Tomruk işleme ve Yaş Kaplama Üretimi	3vardiya
Kuru Kaplama ve LVL Üretimi	3vardiya
1 Vardiyadaki Çalışma Süresi	8saat
Çalışma Zamanı Kullanım Oranı	0.80-0.90

Fabrikada üretilmesi düşünülen LVL' nin özellikleri aşağıdaki gibi olacaktır:

LVL için Kullanılacak Kaplama Ölçüsü	1940x1920mm
Kaplama Kalınlığı	2.5-4.2mm
LVL üretiminde Kullanılacak Tutkal	Fenol Formaldehit
LVL Net Genişliği	1830mm
LVL Uzunluğu	5000-18.000mm
LVL Kalınlığı	Ort. 27-90mm
Toplam LVL Üretimi	Max. 38.000m ³ /yıl

3.2. LVL ÜRETİM YATIRIMI:

3.2.1. Hammadde Seçimi

Geçmiş yıllarda ormanlarda kaplama üretimine uygun ağaçların bol miktarda bulunması, onların seçiminde problem yaratmazken bu rezervin azalması, diğer bir deyimle çok tutulan ağaç türlerinin artan kaplama talebini karşılayamaması bugün odun hammaddesi bakımından problem yaratmıştır.

Bu problemin aşılması için, alışılmış ağaç türleri yanında ormanlarda yetişen diğer türlerinde bu endüstride kullanılabilme olanaklarının araştırılmasını gündeme getirmiştir.

Başarılı bir ağaç kaplama üretimi başlıca üç faktöre bağlıdır. Bunlar;

1. Uygun tomruk temini

2. İyi işleme teknikleri
3. İyi satış organizasyonudur.

Bir fabrika için en önemli husus maksada uygun tomruk türlerinin yeterli miktarda sağlanabilmesidir. Daha sonra ise, uygun kaplama üretebilmek için tomruk türlerinin amaca uyan karakteristik özelliklere sahip olması gerekmektedir. İstenen ağaç ve tomruk karakteristikleri, kaplamanın son kullanım yerine bağlıdır.

Kaplamaların tüm kullanım yerleri için üç özelliği önemlidir. Bunlar;

1. Üniform Kalınlık
2. Minimum yüzey pürüzlülüğü
3. Stabil form (GÖKER, 2003).

Lamine elemanlarda kullanılacak ağaç malzeme seçimini etkileyen önemli faktörler vardır. Bunlar;

a- Seçilen ağaç türünün hafif olması lamine taşıyıcı elemanların üretiminde arzu edilen bir özelliktir. Çünkü, taşıyıcı elemanlardan gerek kirişler, gerekse kolonlar oldukça büyük boyutlardadır. Taşıma ve montaj işlemlerinde ağırlığın belirli düzeyde olması istenilen bir durumdur.

b- Lamine taşıyıcı elemanlarda yüksek mekanik direnç aranan bir özelliktir. Bundan dolayı, üretimde mekanik özellikleri yüksek ağaç türlerinin seçimi, daha yüksek dirençli taşıyıcı eleman üretimine imkan sağlayacaktır.

c- Seçilecek olan ağaç türünün fazla tanenli, eterik yağlı, ekstraktif maddeli ve reçineli olması tutkalın yapışma dayanımını azaltacağından lamine ağaç malzemenin direnç özellikleri de azalacaktır.

d- Üretimin aksamaması ve alış maliyetinin düşük olması bakımından seçilecek ağaç türü kolayca ve bol miktarda temin edilebilmelidir (BERKEL, 1963).

Lamine taşıyıcı elemanlarda ağaç malzeme cinsi olarak Avrupa' da genellikle Avrupa Ladini (*picea abies*) ve Avrupa Göknarı (*abies alba*), Amerika Birleşik Devletleri' nde ise Douglas Göknarı (*pseudotsuga taxitolia*) ve Güney Çamları (*pinus palustris*, *pinus elliottii* vb.) kullanılmaktadır. Mobilya imalatında küçük boyutlu laminasyonlarda Amerika, Avrupa ve ülkemizde en çok kayın ağacı değerlendirilmektedir (ŞENAY, 1996).

Kontrplak üretiminde Çam kullanıldığında verim % 40-45 oranındadır (BOZKURT ve GÖKER,1976). LVL üretimi kontrplak üretim prosesine benzerlik gösterdiğinden dolayı yılda 38.000 m³ LVL üretilmesi düşünülen bir fabrikanın yılda tüketeceği ortalama tomruk miktarı yaklaşık 85.000 m³ olacaktır. Aşağıda belirtilen zaiyat miktarları LVL üretim makineleri konusunda yeterince deneyime sahip olan Raute firmasından alınarak hesaplanmış ve LVL üretimi 3 aşamada incelenmiştir:

Yaş kaplama Üretimi:

Kullanılacak tomruk hem kabuklu hem kabuksuz temin edilebileceğinden, kabuksuz haldeki soyulmaya hazır tomruğa 100 oranı verilerek fireler düşülmeye başlanmıştır.

(3 vard./gün x 300 gün/yıl x %80 kapasite kullanım oranı = 720 vard./ yıl)

<u>Üretim Safhaları</u>	<u>Yıllık Miktar(m³)</u>	<u>1 Vard. Miktar(m³)</u>	<u>Oran (%)</u>
Tomruk (Kabuklu)	85.000	118	117
- Kabuk			
- Biçme talaşı			
- Baş kesme			
Soyulacak Tomruk	70.550	98	100
- Yuvarlatma			
- Soyma iç artığı			
- Budak			
- Kenar atığı			
Kurutulacak Yaş kaplama	47.269	66	67
- Daralma			
- Kurutma kusuru			

Kuru Kaplama Üretimi:

(3 vard./gün x 300 gün/yıl x %90 kapasite kullanım oranı = 810 vard./ yıl)

<u>Üretim Safhaları</u>	<u>Yıllık Miktar(m³)</u>	<u>1 Vard. Miktar(m³)</u>	<u>Oran(%)</u>
Kuru Kaplama	43.014	53	58
- Sınıflandırma			
LVL için Kaplama	42.154	52	56
- Pah açma atığı			
- Serme öncesi atığı			

LVL Üretimi:

(3 vard./gün x 300 gün/yıl x %85 kapasite kullanım oranı = 765 vard./ yıl)

Üretim Safhaları	Yıllık Miktar(m ³)	1 Vard. Miktar(m ³)	Oran(%)
Sıcak Pres için Taslak Haz.	39.625	52	50
- Presleme			
- Kenar düzeltme			
Preslenmiş LVL	38.040	50	46
- Ebatlama			
- Tamir			

Yukarıda da açıklandığı gibi yılda 85.000 m³ tomruk tüketilmesi düşünülmektedir. Buna karşılık Orman Bölge Müdürlüklerinin bölgelere göre 1998-2003 yılları arasında üretmiş oldukları İğne Yapraklı Ağaç tomruk miktarları (m³) Tablo 3.3 de verilmiştir:

Tablo 3.3 : Orman Bölge Müdürlüklerine göre üretilen iğne yapraklı ağaç tomruk miktarı (m³) (OGM, 2004).

	1998	1999	2000	2001	2002	2003
İç Anadolu	110.600	105.300	99.000	92.800	100.200	111.000
Marmara	467.400	454.400	503.700	546.900	477.600	564.500
Ege	576.600	575.300	567.300	551.500	505.800	510.600
Akdeniz	831.100	829.900	728.000	696.700	605.800	631.600
Karadeniz	574.500	608.300	595.300	599.500	560.100	537.800
Doğu A.	60.200	62.000	57.000	56.200	50.000	57.000
TOPLAM	2.620.400	2.635.200	2.550.300	2.543.600	2.299.500	2.412.500

*Güney Doğu Anadoluya ait herhangi bir veri olmadığından tabloya dahil edilmemiştir.

Tablo 3.3 de görüldüğü gibi bölgelerde üretilen tomruk miktarları, LVL üretim tesisinde yılda tüketilmesi düşünülen 85.000 m³ tomruğun tamamını, aynı hammaddeyi kullanan diğer sektörler de dikkate alındığında, herhangi bir bölgeden temin edilebilecek kadar yeterli değildir. Bu yüzden ihtiyaç olunan tomruğun temininde ithalat düşünülmüş ve bunun için bazı ağaçların Devlet İstatistik Enstitüsünden alınmış ithalat miktarları m³ olarak aşağıdaki tablo 3.4 de verilmiştir.

Tablo 3.4 : DİE' ye göre ithal edilen ağaç miktarları-2004 (m³).

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Çam türleri	289.860	472.932	609.827	850.686	527.444	489.119	758.633
Ladin	10.940	24.010	13.110	45.825	82.595	22.111	22.772
Meranti,Bakau	190	4.705	4.796	109	26	28	-----
Sapelli,Maun	21.513	19.038	7.806	14.102	12.184	17.585	21.216
Okume	68.013	37.693	11.710	23.598	3.986	8.399	11.036
TOPLAM	390.516	558.378	647.249	934.320	626.235	537.242	813.687

Yukarıdaki Tablo 3.4 de görüldüğü gibi Türkiye' ye en fazla ithal edilen ağaç türü Çamdır. Bütün bu nedenlerden dolayı kurulması düşünülen LVL üretim tesisinde İthal Çam kullanılmasına karar verilmiştir.

Ayrıca bazı İthal ağaç türlerinin kaplama üretimine uygunluğu aşağıdaki Tablo 3.5 de verilmiştir.

Tablo 3.5 : Bazı Tropik ve Egzotik Ağaç Türlerinin Özgül Ağırlığı ile Kaplama Üretimi İçin Elverişliliği (GÖKER, 2003).

Ticari Adı	Latince Adı	Hacim Ağırlık Değeri (gr/cm ³)	Yapı Kont.	Dek. Yüzey Kap.	Amb.lık Kaplama ve Kontrplak
Angelique	<i>Dicorynia guianensis</i> Amsh.	0.60	B	B-C	B-C
Apiton	<i>Dipterocarpus alatus</i> Roxb.	0.59	A	B	B
Avodire	<i>Turraeanthus africanus</i> Pellegr.	0.51	B	A	B
Brazilnut	<i>Bertholletia excelsa</i> Humb.& Bonpl.	0.56	B	B	B
Bubinga	<i>Guibourtia tessmannii</i> J. Leonard	0.65- 0.76	B	A	B
Karabian Çamı	<i>Pinus caribaea</i> Morelet	0.68	A-B	C	B
Cativo	<i>Prioria copaifera</i> Gris.	0.40	B	B	A
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.	0.25	C	C	C
Determa	<i>Ocotea rubra</i> Mez.	0.51	C	C	B-C
Kapur	<i>Dryobalanops</i> spp.	0.64	A-B	B-C	A-B
Keruing	<i>Dipterocarpus alatus</i> Roxb.	0.46-	A-B	B-C	A-B
Lauan	<i>Shorea</i> spp.	0.40-	B	A	A-B
Limba	<i>Terminalia superba</i> Engl&Drels	0.49	B	A-B	B
Mahogany	<i>Khaya ivorensis</i> A. Chev.	0.45	B	A	B
Mengkulang	<i>Tarrietia simplicifolia</i> Mast.	0.56	A-B	B-C	B
Meranti	<i>Shorea</i> spp.	0.36-	B	A	B
Mersawa	<i>Anisoptera cochinchinensis</i> Pierre	0.51	B	B	B
Ocote Çamı	<i>Pinus teocote</i> Schl.&Cham.	0.55	A	C	B
Okoume	<i>Aucoumea klaineana</i> Pierre	0.37	B	B	A
Paldao	<i>Dracontomelum</i> spp.	0.60	B	A	B
Primavera	<i>Cybistax donnell Smithii</i>	0.39	B-C	A	B
Rosewood	<i>Dalbergia</i> spp.	0.80	B-C	A	B-C
Sapelli	<i>Entandropagma cylindricum</i> Sprague	0.60	B	A	A
Teak	<i>Tectona grandis</i> L.f.	0.75	B	A	A

A: Listedeki ürünler için çok uygun

B: Orta Derecede uygun

C: Uygun değil

Yapı kontrplakları için uygun olan ağaç türleri, LVL üretimi içinde uygun olacağından ve yukarıdaki tabloda da görüldüğü gibi ithal çam LVL üretimi için gayet uygun görülmektedir.

Aşağıda kullanılmasına karar verilen ithal çam türlerinin Raute firmasının teklifinde geçen ortalama özellikleri verilmiştir:

Tam kuru haldeki yoğunluğu		460kg/m ³
Tomruk çapı	max	800mm (kabuklu)
	Min	160mm
Tomruk uzunluğu	max	6m
	Min	4m

3.2.2. Yer Seçimi

Bir üretim sisteminin dizaynında tesislerin kurulacağı coğrafi konumun saptanması öncelik taşır. Coğrafi konum fabrikanın iç yerleşme düzenini, yatırım ve işletme maliyetini ve hatta organizasyon yapısını önemli ölçüde etkiler. Fabrikanın kurulacağı bölgenin seçimini etkileyen fiziksel faktörler arasında önemli biri enerji kaynaklarına yakınlık veya enerji maliyetidir. Ayrıca fabrikanın dışarıdan tedarik etmeyi düşündüğü parçaları imal edecek yan sanayinin bulunuşu, hammadde tedarik ve depolama olanakları, hammadde ve mamul naklinde demiryolu, liman ve karayollarına yakınlık durumu önemli fiziksel faktörler arasındadır. İşletme ve yatırım maliyetleri açısından; fabrikaya gelen ve giden malların nakliye maliyetleri, bölgesel işçi ücretleri düzeyi, vergiler, arazi fiyatları, inşaat masrafları, yakıt gibi faktörler fabrikanın bulunduğu konuma bağlı olarak değişirler.

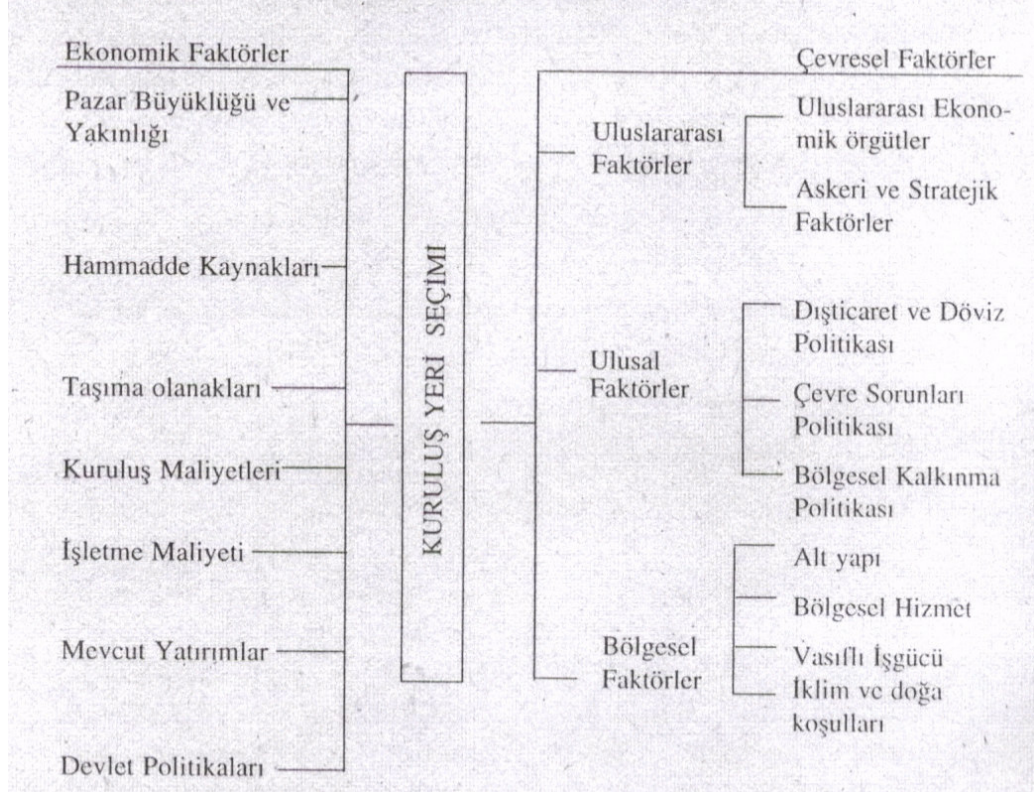
Çeşitli bölgelere (hatta ülkelere) dağılmış fabrikaları bulunan büyük bir firmanın yeni bir fabrika kuracağı zaman karşılaştığı problemler daha karmaşıktır. Zira böyle bir fabrikanın yeri seçilirken, yukarıda saydığımız faktörlerin yanısıra, firmaya ait diğer fabrikaların toplam sistem üzerindeki etkilerini de gözönüne almak gerekir. Üstelik fabrikalar arasındaki ilişkilerin (Pazar paylaşma, kapasite dağıtımı gibi) dinamik karakterde oluşları karmaşıklığı bir kat daha artırmaktadır. Böyle hallerde bütün sistemi ele alarak modern optimizasyon tekniklerini uygulamak ve yeni tesisin yerini, karı maksimum veya maliyeti minimum yapan bir kritere göre hesaplamak yerinde olur (KOBU, 1998).

Yer seçimi 3 aşamadan oluşan bir prosestir (REED,1967):

1. Fabrikanın kurulacağı bölgenin seçimi. Bu, ülkenin ortak özellikleri bulunan bir bölgesi olabilir. Marmara Bölgesi, Doğu Karadeniz Kıyısı, Doğu Anadolu Bölgesi gibi.
2. Bölgenin spesifik bir yerinin belirlenmesi, Marmara Bölgesinde Tekirdağ Kıyı şeridi, Trabzon ili, Bursa-Yalova karayolu üzeri gibi.
3. Belirlenen yer sınırları içinde fabrikanın kurulacağı arazi parçasının seçilmesi.

Son iki aşama arasında sıkı ilişkiler ve iki yönlü etkileşim bulunduğundan berebarce bir aşama olarak düşünülebilir. Dolayısı ile fabrika yeri seçiminin, biri bölge, diğeri yer ve arazi saptanmasını ilgilendiren iki aşama sonunda tamamlanacağı söylenebilir.

Bir üretim sisteminin kurulacağı yerin seçiminde etkili olan faktörler çok yönlüdür, bu faktörler çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Bu faktörler aşağıdaki gibi şematize edilebilmektedir:



(BURDURLU, E., İLHAN, R., 1993)

Muhtemel bölgelerin incelenmesinde şehir ve kasabaların özelliklerine kadar inen ayrıntılara gidilmesi zaman ve para kaybindan başka işe yaramaz. Bu aşamada bölgeleri karakterize eden genel kapsamlı bilgiler üzerinde durulmalıdır. Bölge analizinde gözönüne alınacak faktörler şöyle sıralanabilir:

- a) Talep ve dağıtım olanakları açısından pazar elverişliliği,
- b) Hammadde kaynaklarının şimdiki ve gelecekteki durumu,
- c) Yan sanayi kuruluşları,
- d) Çeşit, yoğunluk ve maliyetler açısından ulaşım olanakları,
- e) Enerji kaynaklarının şimdiki ve gelecekteki durumu ve maliyetleri,
- f) Fabrikanın faaliyetlerini ve personelin yaşantısını etkileyebilecek iklim koşulları,
- g) Miktar, kalite ve ücret açısından işgücü kaynakları,
- h) Devletin yasalarla belirlediği kısıtlayıcı veya teşvik edici faktörler (KOBU, 1998).

Kurulması düşünülen LVL üretim tesisi için yer seçiminde bu faktörler dikkate alınmış ve yer seçiminin belirlenmesinde yöntem olarak Çift Tartılandırma Yöntemi kullanılmıştır. Bu yöneme göre; yer seçimini etkileyen bu faktörlere üretimdeki etkinliklerine göre 0-10 arasında değişen ağırlık puanları verilmiştir. Aynı şekilde aday kuruluş yerlerinin her faktörden aldığı puanlarda önem derecesine göre 0 ile 10 arasında değişmiştir. Aday kuruluş yerlerinin her faktörden aldıkları ağırlıklı puan değerleri faktör ağırlıkları ile önem derecelerinin çarpımının sonucu elde edilmiştir. Aday kuruluş yerlerinin aldıkları ağırlıklı puanlar herbiri için ayrı ayrı toplanmıştır ve bulunan sayılar aday kuruluş yerlerinin değerlendirilmedeki sırasını belirlemiştir. Toplam ağırlığın en büyük olduğu yer kuruluş yeri olarak seçilmiştir.

Tablo 3.6 : Çift Tartılandırma Yöntemi ile fabrika kuruluş yerinin belirlenmesi.

Faktörler	Ağır- lık	Aday Kuruluş Yerleri							
		Düzce		Samsun		Zonguldak		Gebze	
Pazar	9	7	63	4	36	7	63	8	72
Hammadde	8	7	56	5	40	6	48	4	32
Ulaşım	9	6	54	4	36	8	72	6	54
İnsan Gücü	5	6	30	4	20	7	35	7	35
Enerji	9	6	54	5	45	8	72	7	63
Su İht.	7	5	35	5	35	5	35	5	35
Arsa Fiyatı	9	4	36	7	63	8	72	3	27
Güvenlik	5	7	35	7	35	7	35	7	35
Vergi	4	5	20	8	32	8	32	3	12
Sosyal Çevre	3	6	18	4	12	5	15	7	21
İklim	5	6	30	6	30	6	30	6	30
TOPLAM		431		384		509		416	
Seçim Sırası		2		4		1		3	

Buna göre toplam ağırlığın en büyük olduğu kuruluş yeri tablo 3.6 da görüldüğü gibi 509 puanla Zonguldak' dır ve bunun için LVL üretim tesisi kuruluş yeri olarak Zonguldak Çaycuma-Organize Sanayi Bölgesi seçilmiştir.

Tablo 3.6 da görüldüğü gibi kurulması düşünülen LVL üretim tesisinin yer seçimindeki ulaşım, enerji, pazar, fiyat ve hammadde gibi faktörler diğerlerine göre daha önemlidir ve bundan dolayı faktör ağırlık puanları diğerlerinden biraz daha yüksek tutulmuştur. Bu faktörlerden de en yüksek puanları genelde Zonguldak aldığından ağırlıklı puanı diğerlerine göre toplamda daha fazla tutmuştur. Aday kuruluş yerlerine verilen ağırlıklı puanlar tamamen piyasa araştırmaları sonuçlarına göre en uygunu seçilerek verilmiştir. Fiyat faktörünü bir örnek olarak inceleyecek olursak yapılan araştırmalar sonucunda aday kuruluş yerlerindeki m² olarak arsa fiyatları aşağıda belirtildiği gibi olduğu görülmüştür:

- Düzce Organize Sanayi Bölgesi 6,5YTL
- Samsun Merkez Organize Sanayi Bölgesi 4,8YTL (alt yapı bedeli)

OSB' nin altyapı ihalesi 1994 yılında yapılmış olup, kanalizasyon şebekesi, yağmursuyu şebekesi, içme ve kullanma suyu şebekesi, drenaj imalatları, yol altyapı ve üstyapısı beton yol olarak imalatları, Elektrik AG ve OG şebekeleri tamamlanmıştır.

OSB 125 hektar alan üzerine kurulu, 72 adet sanayi parselden oluşmaktadır. Parsel büyüklükleri, 5000 m² ile 30.000 m² arasında değişmektedir. Halihazırda OSB' nin, 41 adet sanayi parseli (479.597 m²) 29 katılımcıya tahsisi yapılmıştır. 31 adet (402.225 m²) sanayi parseli boş durumdadır.

Tahsisi yapılan 41 sanayi parseli üzerinde, 15 katılımcı üretimde, 6 katılımcı inşaatını bitirmiş, 7 firma inşaatına devam etmekte ve 2 katılımcı da proje safhasındadır.

Üretimde bulunan firmalar; konfeksiyon, süt ürünleri, mobilya, demir ferforje, ısıcam, beton kiremit, hayvan yem katkı maddesi, sanayi iş eldiveni, klamens, çorap örme, oksijen dolumu ve ambalaj karton kutu sektörlerinde faaliyetlerini sürdürmektedirler. Bu firmalarda 1200 kişi istihdam edilmektedir.

LVL üretim tesisi için yaklaşık olarak 55.000 m² lik alana ihtiyaç bulunduğundan, tesis için aşağıda gösterilen 56.149 m² lik bölge seçilmiştir.



Şekil 3.3 : Çaycuma Organize Sanayi Bölgesinde LVL üretim tesisi için seçilen bölge.

3.2.3. Teknoloji ve Makine-Tesisat Seçimi

Teknoloji seçimi, genellikle bir makine veya donatım şeklinde yatırıma dönüştürülmüş üretim bilgisinin elde edilmesi, türetilmesi ve kullanılması aşamalarında karşılaşılan alternatiflerin incelenerek seçimini kapsar.

Teknoloji seçiminde, işletmeler, varlıklarını sürdürebilmek, rekabet olanaklarını arttırabilmek ve diğer işletmeler karşısında başarılı ve güçlü olabilmek için bilinenin ötesinde ileri teknolojilere gereksinim duyarlar. Kolay elde edilebilen ve rakip işletmelerde de yaygın olarak kullanılan teknolojiler, amacı gerçekleştirmek yönünden yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle, teknoloji seçimi aşamasında, aşağıdaki üç alternatifin üzerinde önemle durulması gerekmektedir.

1. İşletme amaçlarını gerçekleştirecek teknolojinin ülke içinde bilgi veya makine-teçhizat şeklinde bulunması halinde, bunun yeterliliğinin araştırılması
2. Gerek duyulan teknolojinin bir dış ülkede veya çok uluslu bir işletmede geliştirilip ülke içinde bulunmaması halinde, bunun transfer edilmesinin koşul ve maliyeti
3. Gerekli teknolojinin işletme imkanları ile araştırılıp bulunması, geliştirilmesi ve üretilmesi olanaklarının araştırılması (BURDURLU ve İLHAN, 1993).

LVL üretimi bir akış halinde olduğundan tesisin teknoloji seçimi bir bütün olarak düşünülmeli ve bu işi profesyonelce yapan firmaların deneyimlerinden faydalanılması gerekmektedir. Bundan dolayı kurulması düşünülen LVL üretim tesisi için bu işte gerçekten uzman olan Raute ve Dieffenbacher gibi firmaların bilgilerinden faydalanılmıştır.

Fabrikalarda mamul üretimini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen çok çeşitli makine ve teçhizat kullanılır. Bunları görev bakımından aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür:

1. İşlem makine-teçhizatı ve yardımcı araç gereçleri
2. Malzeme ve mamul taşıma araç gereçleri
3. Enerji üretim ve taşıma tesisleri
4. Havalandırma ve aydınlatma tesisleri

5. Su tesisleri
6. Buhar tesisleri
7. Yakıt tesisleri
8. Basıncılı hava tesisleri
9. Atölye ve laboratuvar makine ve tesisatı
10. Demirbaşlar

Bu sınıflandırmada işlem makine-teçhizatı dışında kalan tesisler “yardımcı tesisler” olarak nitelendirilir. Yardımcı tesisler işlem makine-teçhizatının işletme ihtiyaçlarına yardımcı olmak üzere tesis içinde yer alan ünitelerdir.

Endüstriyel üretim projelerinin hazırlanmaları sırasında yardımcı tesislerin makine, teçhizat ve malzemesi ile ilgili olarak üretim hesapları çoğu zaman yapılmaz ve ayrıntıya inilmez. İlgili tesisat, kullanım amacı, gerekli kapasite ve teknik şartları göz önünde tutulmak suretiyle karakteristikleri belirlenerek seçilirler (ÜÇÜNCÜ, 1988).

3.2.3.1. İşlem Makineleri ve Teçhizatı

İşlem makineleri ve teçhizatı, üretimin uzmanlaşmaya veya farklılaşmaya doğru yönelmesine bağlı olarak “özel amaçlı” ve “genel amaçlı” makine-teçhizat olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar.

Özel amaçlı makinaların en önemli üstünlüğü, üretim miktarlarının uygun olması durumunda düşük maliyetlerle çalışabilmesi ve ürün kalitesinin yüksek olmasıdır. Kullanım ve bakım konusunda büyük kolaylık sağlarlar.

Otomasyona dayalı üretimde genellikle özel amaçlı makinalar kullanılırlar. Otomasyona dayalı üretimde özel amaçlı işlem makinaları ile taşıma araçları birlikte programlanıp denetlenirler. Makinelerin çalıştırılması, durdurulması ve çalışma sırasındaki ayarlamalar bilgisayar sistemleri ile otomatik olarak yapılır. Otomatik ayarlama, kapalı denetim düzeni veya geri besleme sistemi olarak bilinir. Bu sistem, üretim proseslerinin tamamen insan müdahalesi olmadan yapılmasını sağlar. Böylece işgücü kullanımı son derece azaltılmıştır. Gelişmiş ülkelerde otomasyon yaygın olarak kullanılmaktadır. Otomasyonda ileri teknolojiler söz konusu olduğundan, düşük birim maliyetli, yüksek kaliteli ve büyük miktarda üretim sağlanır.

Makine ihtiyacının belirlenmesinde belirli bir zaman periyodunda gerçekleştirilmesi gereken üretim miktarı, zaman periyodu ve parça başına makinede harcanan sürenin bilinmesi gerekmektedir. Buna göre makinalardan yılda ve vardiyada işlenecek malzemelerin m³ olarak miktarlarını gösteren bir tablo hazırlanmıştır. Bu tablo hazırlanırken ortalama LVL ve tomruk ölçüsü esas alınmıştır. Fire oranları, tercih edilen makineleri üreten Raute firmasından alınmıştır.

Ort. LVL Ölçüsü: 1,83x11,5x0,0585m 1 adet LVL=1,23m³

Ort. Tomruk Ölçüsü: 4m boy ve 48cm çap 1 adet tomruk=0,72m³

Tablo 3.7 : Fabrika çalışma bölümleri üretim kapasiteleri.

Bölüm	Fire Oranı(%)		m ³ /yıl	m ³ /vard
Tomruk Depo			85.000	118
Kabuk Soyma	7	Giren mik	85.000	118
		Çıkan mik	79.050	
Baş Kesme	11	Giren mik	79.050	110
		Çıkan mik	70.552	
Soyma	33	Giren mik	70.552	98
		Çıkan mik	47.270	
Kurutma	9	Giren mik	47.270	66
		Çıkan mik	43.016	
Sınıflandırma	2	Giren mik	43.016	53
		Çıkan mik	42.155	
Pah Açma	6	Giren mik	5.060	6
		Çıkan mik	4.756	
Tutkallama Taslak Haz. ve Presleme	2	Giren mik	40.469	53
		Çıkan mik	39.660	
Bitirme İşlemleri	4	Giren mik	39.660	52
		Çıkan mik	38.073	
Paketleme		Giren mik	38.073	50

Buna göre LVL üretim tesisi için gerekli makineler ve adetleri şu şekilde olacaktır:

Tomruk İşleme:

Kurulması düşünülen LVL fabrikasında yılda 85.000 m³, bir vardiyada ise yaklaşık 85.000m³/720vard=118 m³ civarında tomruğun işlenmesi gerekecektir. Bunun için aşağıdaki makinelere ihtiyaç olacaktır:

1. Kabuk Soyma Makinesi 1 adet
2. Metal Dedektörü 1 adet
3. Baş Kesme Makinesi 1 adet
4. Tomruk Sınıflandırma 1 adet



Şekil 3.4 : Tomruklarda baş kesme ve ebatlama işlemi (www.raute.fi).



Şekil 3.5 : Metal dedektörü (www.raute.fi).



Şekil 3.6 : Kaplamaların sınıflandırılması (www.plytec.com).

Bu bölüm için vardiyada gerekli personel;

- 1 adet tomruk besleme operatörü
- 1 baş kesme operatörü dür.

(RAUTE, 2004).

Suda Pişirme:

Suda pişirilecek tomruk miktarı Tablo 3.7' de görüldüğü gibi yılda yaklaşık 70.552 m³ civarındadır.

Bunun için; 16 m uzunluğunda, 6 m genişliğinde ve 4 m derinliğinde 4 adet pişirme havuzuna ihtiyaç bulunmaktadır.



Şekil 3.7 : Tomrukların suda pişirilmesi (www.raute.fi).



Şekil 3.8 : Tomruklarda boy ebatlama (www. raute.fi).

Soyma:

Kurulması düşünülen LVL fabrikasında günlük soyulacak tomruk miktarı Tablo 3.7 de görüldüğü gibi yılda 70.552 m³, vardiyada ise $70.552/720=98$ m³ dür.

Bu nedenle yüksek kapasiteli, 200 cm soyma genişliği ve dörtlü otomatik istifleyebilme özelliği olan bir soyma makinesi dnlmtr. Böylelikle soyma makinesinden çıkan kaplamalar otomatik olarak istiflenebilecektir.

Soyma hattı mümkün olduğu kadar yüksek kapasiteli, mümkün olduğu kadar az işçilik gerektiren ve geri dnm yüksek olan cihazların kullanılması dnlmelidir.



Şekil 3.9 : Tomrukların soyma işlemi için hazırlanması (www.raute.fi).



Şekil 3.10 : Tomrukların XY ışını ile merkeziletirilmesi (www.raute.fi).

Soyma makinesinin bazı önemli zellikleri;

- XY ışını ile tomruk optimizasyonu
- l kavrama kolu
- Kaplama yumuşatıcı zellik
- Dijital aı yakalama kontrolü

- Hidrolik bıçak besleme arabası
- Otomatik döndürme kontrolü
- Yüksek hızda kaplama soyabilme
- Rastgele yada maksimum ölçüdeki kaplamaları istifleyebilme



Şekil 3.11 : Tomrukların sonsuz bant halinde soyulması (www.raute.fi).

Bu bölümden çıkacak olan yaklaşık 32 m³/vard'lık yuvarlatma, kenar alma ve iç silindir atığı kazanlarda yakacak olarak değerlendirilebilecektir.

Soyma bölümünde vardiyada gerekli personel;

- 1 adet soyma operatörü
- 1 adet istifleme için eleman (RAUTE, 2004).

Kaplama Kurutma:

Günlük kurutulacak kaplama miktarı Tablo 3.7' de görüldüğü gibi 47.270 m³dür, vardiyada ise 47.270/720=66 m³ civarındadır. Kurutulacak kaplama kalınlığı ort. 3,35 mm, genişlik ise 4 m dir.

$$0,00335 \times 4 = 0,0134 \text{ m}^2$$

66/0,0134=4925 m vardiyada kurutulacak kaplama miktarı.

1m kaplama yaklaşık 3,5 dakikada 110 °C da kurutulması düşünüldüğünden;

$$8 \times 60 = 480 \text{ dak} \quad 480 / 3,5 = 137 \text{ m}$$

$$4925 / 137 = 36 \text{ m kurutucu uzunluğu}$$

Bunun için yaklaşık 36 m uzunluğunda jet kurutucu kullanılması düşünülmüştür. Aynı anda yan yana 1940x1920 mm genişliğinde iki kaplama otomatik olarak kurutucuya beslenebilecek kullanım genişliği olan bir kurutucudur ve buharla ısıtılması düşünülmüştür.



Şekil 3.12 : Kaplamaların kurutma bandına verilmesi (www.raute.fi).

Kurutucunun bazı önemli özellikleri;

- Yüksek rutubeti kurutabilme
- Dengeli hava esintisi
- Geliştirilmiş rutubet kontrolü ve kolay kontrol edebilme
- Isı kaybı yoktur
- Yüksek hızda kurutabilme
- Az gürültülü radyal fanlarla yüksek verimlilik
- Bütün kapı ve döşemelerde kalın izolasyon



Şekil 3.13 : Kaplama kurutma hattı (www.dieffenbacher.de).



Şekil 3.14 : Kurutmadan çıkan kaplamaların rutubetinin ölçülmesi (www.raute.fi).

Bütün kaplamalar kurutma hattında bir operatör tarafından sınıflandırılmalıdır, ayrıca bir rutubet ölçüm cihazıyla kontrol edilmelidir. Kurutma hattında kamera teknolojisi ile otomatik kaplama sınıflandırma ve istifleme sistemi düşünülebilir.

Bu bölümden çıkacak olan yaş ve kuru kusurlu kaplamalar yine enerji elde etmek amacıyla kullanılabilir.

Kurutma bölümü için vardiyada gerekli personel;

- 2 adet kurutucu besleme operatörü
- 1 adet kaplama sınıflandırma personeli

- 1 adet istifleme personeli
- 1 adet forklift operatörü (RAUTE, 2004).

Kaplamaya Pah Açılması:

Taslak hazırlama bölümünden önce LVL yüzey kaplamalarına pah açılması gerekmektedir. Pah işlemi kaplama genişliği boyunca açılır. Pahlı birleştirme LVL son kullanım yerinde direnç özelliğinin yüksek olmasını sağlar. Pah açma hattında kaplamaların alt, üst ve iç olarak sınıflandırılması gerekmektedir.



Şekil 3.15 : Yüzey kaplamalara pah açılması (www.plytec.com).

Ortalama LVL kalınlığı 58,5 mm ve kaplama kalınlığı da 3,35 mm olarak düşünüldüğünden üretilecek olan LVL ortalama 17 kattan oluşacaktır ve sadece yüzeylerdeki kaplamalara pah açma işlemi uygulanacağından Tablo 3.7 de de görüldüğü gibi yılda yaklaşık 5060 m³, vardiyada ise 5060/810=6 m³ lük kaplamaya pah açılacaktır.

Bu bölümde LVL hattına yüksek rutubetli kaplamaların girişini önlemek için bir rutubet ölçere ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu bölüm için vardiyada gerekli personel;

- 1 adet pah açma hattı personeli
- 1 adet forklift operatörü (RAUTE, 2004).

Taslak Oluşturma ve Ön Pres:

Tutkal uygulaması için bir karıştırıcıya ihtiyaç bulunmaktadır. Ön Pres, 3x3,9 m=11,7 m olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Ön presleme zamanı ort. 58,5 mm kalınlık için yaklaşık 7,5 dakikadır. Vardiyada 53 m³ LVL taslağı preslenecektir.



şekil 3.16 : LVL için taslak hazırlama (www.dieffenbacher.de).



şekil 3.17 : Presleme öncesi hazırlanmış LVL taslağı (www.raute.fi).

Bu bölüm için vardiyada gerekli personel;

- 1 adet kaplama besleme personeli
- 1 adet serme operatörü (RAUTE, 2004).

Sıcak Presleme:

Sıcak pres iki katlı 1,9x18,3 m boyutlarında ve yıllık ortalama kapasitesi 40.000 m³ olan bir prestir. Isıtmada homojenliği sağlamak için buharla ısıtılan kızgın yağ tercih edilebilir.



Şekil 3.18 : Katlı LVL Presi (www.raute.fi).

Sıcak pres için vardiyada gerekli personel;

- 1 adet sıcak pres operatörü (RAUTE, 2004).

LVL Bitirme İşlemleri:

LVL bitirme işlemleri olarak;

- LVL den kiriş ve kolon oluşturmak için boyutlandırma
- LVL stoklarının istiflenmesi
- LVL istiflerinin ambalajlanması ya da paketlenmesi

Sıcak presden çıkmış LVL ler boyutlandırma bölümüne birer birer transfer edilirler. LVL ler öncelikle yarı otomatik ebatlama makinesiyle son boyutlarına getirilirler, sonrada paketlenip istiflenirler.

Bu bölüm içinde vardiyada 6 personele ihtiyaç olacaktır (RAUTE, 2004).

3.2.3.2. Malzeme ve Mamul Taşıma Araçları

Fabrikaya gelen hammaddelerin boşaltılması, taşınması ve depolanması, mamullerin yüklenmesi, taşınması veya boşaltılması, ara mamullerin sevkedilmeleri taşıma araçları ile gerçekleştirilir.

Fabrika içinde ortaya çıkan taşımalar görünmeyen bir maliyet unsuru olarak, fiyatları etkilemektedir. Sektörel yapıya bağlı olarak, taşıma maliyeti toplam maliyetin %5-80' ini oluşturabilmektedir.

Taşıma amaçlarıyla kullanılan araçlar, gördükleri iş ve yapı bakımından çok çeşitlidir ve aşağıdaki sınıflandırma en çok tercih edilen sınıflandırmadır.

1. Fonksiyonlara bağlı olarak sınıflandırma

- Sabit izli araçlar (konveyörler, asansörler, dekoviller, elevatörler)
- Sınırlı alanda çalışan araçlar (vinçler)
- Geniş ve sınırsız alanda çalışabilen araçlar (Traktör, kamyon, forklift vb)

2. Alansal Sınıflandırma

- Makine içi taşıyıcılar
- Makinalar arası taşıma
- Bölümlerarası ve bölüm içi alan taşıyıcıları (BURDURLU ve İLHAN, 1993).

Kurulması düşünülen LVL üretim tesisinde fabrika içi taşıma işlemlerinde genellikle Forklift düşünülmüştür. Bunun için yaş kaplama üretiminde 1 adet ve kuru kaplama üretiminde 1 adet olmak üzere 2 adet Forklift olması gerekmektedir. Ayrıca LVL üretiminin son aşamalarında bir adette krene ihtiyaç bulunmaktadır. Makineler arası yarımamulün taşınmasında silindirli konveyörler kullanılması uygun olacaktır. Tomruk depo bölümünde tomrukların istiflenmesi ve imalata verilmesi için tomruk taşımaya uygun 5 ton kapasiteli 3 adet hidrolik kepçe kullanılması gerekecektir.

3.2.3.3. Enerji Üretim ve Taşıma Tesisleri

Fabrikalarda makinaların çalıştırılması, işlemlerin yürütülmesi, ısıtma, havalandırma, aydınlatma ve daha bir çok alanda enerji kaynaklarına ihtiyaç vardır. Bu enerji, bölgesel veya ulusal enerji sisteminden sağlanabileceği gibi fabrika tarafından veya diğer

fabrikalarla birlikte grup halinde üretilebilir ve kullanılabilir. Dışarıdan sağlanan enerjinin yetersizliği, maliyetinin yüksekliği, istenilen nitelikte ve süreklilikte olmaması gibi durumlarda, fabrikalar, jeneratör veya buhar türbinleri kullanarak ihtiyaçlarını kendileri karşılarlar (ÜÇÜNCÜ, 1988).

LVL üretim tesisinde kullanılacak enerjinin Organize Sanayi Bölgesinden temin edileceği düşünülmüştür.

3.2.3.4. Havalandırma ve Aydınlatma Tesisleri

Fabrikaların çalışması sırasında oluşan koku, toz, duman, zehirli gaz ve buharlar çalışan personelin sağlığı açısından zararlıdır. Bu şartlarda çalışan işçilerin kaza ve arıza yapma ihtimalleri artar, üretkenlikleri azalır. Havalandırma ile ısının, nemin ve havadaki yabancı maddelerin üretim işlemleri, makine ve işçi açısından olması gereken seviyede tutulması sağlanır. Fabrikalarda ısıtma ve serinletmenin yanında rutubetin giderilmesi, kuru havanın nemlendirilmesi, havadaki toz ve yabancı maddelerin temizlenmesi işçilerin çalışma güçlerinde ve dolayısıyla verimliliklerinde önemli gelişmeler sağlar (ÜÇÜNCÜ, 1988).

Çalışma şartlarının iyileştirilmesi yanında üretimde de ısıtmaya ihtiyaç vardır. Bunun için genellikle buhar kullanılır. Kurulması düşünülen LVL üretim tesisinde de kaplamaların kurutulması için buhar kullanılması düşünülmektedir.

Aydınlatma ürününün kalitesi ve miktarı, tesislerin bakımı, iş güvenliği, işçilerin fiziksel ve psikolojik tatmini üzerinde önemli rol oynar. Aydınlatmanın niteliğinin ve yoğunluğunun belirlenmesi teknik bir problemdir. Bu problemin çözümünde doğal aydınlatmanın yanısıra normal lambalar, floresan lambaları, gölgeli veya filtreli ışıklar, doğrudan veya dolaylı aydınlatmalar diğer aydınlatma alternatifleridir.

3.2.3.5. Su tesisleri

Su, bütün fabrikalarda değişik miktar ve niteliklerde kullanılan bir üretim girdisidir. Su ihtiyacı, nehirlerden, çaylardan, göllerden, yer altı sularından ve deniz suyundan karşılanır. Bu sular belirli oranda yabancı madde ihtiva ettiklerinden kullanım amacına uygun biçimde tasfiye edilmelidirler. Ancak, bu işlemden önce su içinde bulunan yabancı madde miktarlarının tesbit edilmesi gerekir.

İşlemlerin sürdürülmesi, makinelerin bakımı, temizliği, soğutulması, yangınların önlenmesi ve işçilerin ihtiyaçları nedeniyle fabrikalar, kolay ve yeterli su bulabilecekleri yerlerde kurulurlar (ÜÇÜNCÜ, 1988).

3.2.3.6. *Buhar Tesisleri*

Buhar genel olarak, proses buharı temininde ve ısıtma tesislerinde kullanılır. Kullanım yeri ve amacına göre değişik tip ve büyüklükteki buhar kazanlarında üretilir. Kazanların tipi, kapasitesi ve büyüklüğü tüketilecek buharın miktarına, sıcaklığına ve basıncına göre değişir. Kullanılan yakıt türleri de kazan tipini etkiler. Orman ürünleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılan proses buharı genellikle talaş, yonga ve diğer artıklar yakılarak elde edilmektedir.

LVL üretim tesisinde kaplama kurutma ve sıcak presleme için gerekli olan buharın, günde yaklaşık 150 m³ çıkacak olan atıkların yakılması ile elde edileceği düşünülmüştür.

3.2.3.7. *Yakıt Tesisleri*

LVL üretim tesisinde gerekecek buharın temini için yaklaşık 6-7 atm lik bir buhar kazanına ihtiyaç bulunmaktadır.

3.2.3.8. *Basınçlı Hava Tesisleri*

Basınçlı hava, bir çok işlem makine-teçhizatının çalıştırılmasında, boyama, toz ve talaş kaldırma, sıvıların karıştırılmasında, basınçlı su pompalarında, krikolo, pres ve fren gibi kaldırma ve sıkma işlemlerinde ve boruların kaçak noktalarının aranmasında geniş çapta kullanılır.

Basınçlı hava, kompresörler yardımıyla havanın istenilen basınçta sıkıştırılması suretiyle elde edilir ve depolarda veya tanklarda toplanır. Kompresörler ve ilgili tesisatı kullanılacak havanın basıncı ve miktarına göre seçilirler. LVL üretim tesisinde seçilen makineler için basınç min. 5 bar olması gerekmektedir.

3.2.3.9. *Atölye ve Laboratuvar Makine ve Tesisatı*

Atölye makine ve tesisatı ihtiyaç anında arızaları kısa sürede gidererek üretimin aksamasını engellemesinden sağlanan yarar yapılan yatırımı fazlasıyla karşılar. Genellikle atölyenin yanında, taşıma araçlarının tamirlerini yapabilecek bir tamir bakım yeri de bulunur.

Günümüzde laboratuvar, işletmeler için en önemli ve faydalı bir yardımcı tesistir. Bütün endüstriyel üretim tesislerinde hammadde kontrolü, ara mamul kontrolü veya mamul kontrolü devamlı olarak yapılmaktadır. Laboratuvarlarda kullanılacak alet, makine ve malzeme işletme ihtiyaçlarına uygun olarak, yapılacak test ve kontrollerde faydalı olacak şekilde seçilerek temin edilmelidir (ÜÇÜNCÜ, 1988).

3.2.3.10. Demirbaşlar

Proje maliyeti unsurları arasında ayrı bir bölüm olarak yer alan demirbaşlar, gerek inşaat ve montaj safhasında, gerekse işletme sırasında lüzumlu olan üretim, inşaat ve tamir işleri dışında kullanılmak üzere alınan, amortisman süreleri bir yılın üstündeki makine ve malzemelerdir. Başlıca demirbaşlar aşağıdaki gibidir:

1. Büro ve sosyal binalarda kullanılan demirbaşlar
 - Demir ve çelik kasalar, evrak dolapları, mobilya vb.
 - Hesap ve yazı makineleri, vantilatör, buzdolabı, bilgisayar, yazıcı vb.
 - Yemekhane takımları
2. Atelye, ambar ve laboratuvarlarda kullanılan ölçü, tartı ve test aletleri.

3.2.4. Fabrika Yeri Düzenleme

İstenen mamulü en kolay, en ekonomik, en kusursuz bir şekilde ve mümkün olan en kısa zamanda üretmek amacıyla üretim araçlarının, yardımcı tesislerin, taşıma, depolama, kalite kontrolü gibi üretimle ilgili faaliyetlerle hizmet üretim yerlerinin en uygun şekilde yerleştirilmesi gerekir.

Verimli çalışan endüstriyel işletmenin etkinliğinin temelini oluşturan fabrika yeri düzenleme, bazı durumlarda işletmenin devamlılığı için kritik bir etken olur. Herhangi bir işletme için öngörülen örgütlemenin uygulanabilmesi büyük ölçüde fabrika düzenlemenin ortaya koyacağı imkanlara bağlıdır.

Fabrika yeri düzeni, kuruluş yeri ile başlar ve üç aşamada tamamlanır:

1. Fabrika yeri içerisinde bölümlerin düzenlenmesi.
2. Bölüm içerisinde makine-teçhizatın düzenlenmesi.
3. Bireysel iş istasyonlarının düzenlenmesi (ÜÇÜNCÜ, 1988).

Bir fabrikada, üretimle ilgili işlemlerin yapılabilmesi için bütün fiziksel unsurların belli bir plana uygun olarak düzenlenmesi gerekir. Ekonomik bir üretim, insan ve makine güçlerini, malzeme ve hizmetlerle eldeki sermayeye göre en etkin bir şekilde koordine etmekle sağlanabilir. Kusursuz olarak planlanmış bir fabrika, işçinin rahat ve huzurlu bir ortamda çalışmasını sağlarken, kaliteli ve ucuz mamul üretimini de gerçekleştirmiş olur.

Yerleştirme hataları üretimi sürekli olumsuz yönde etkiler ve maliyetlerin yükselmesine sebep olur. Fabrika arsası veya binası içinde yer alan hizmet ünitelerinin gelişigüzel yerleştirilmesi, iş akışına aykırı düşen dolaşım ve çalışma alanındaki yetersiz boyutlar yüzünden kaybedilecek zaman maliyet artışında önemli bir etken olur.

İşçinin fizik ve moral gücünü etkileyen ısı kayıpları, havalandırma, doğal aydınlatma, çalışma güvenliği gibi faktörler zamanı, işin kalitesini ve maliyetleri dolaylı yoldan etkilemektedir.

Arsa ve bina alanlarının kullanımında ortaya çıkabilecek kayıp alanlar da bir yandan gelecekteki gelişme imkanlarını sınırlarken diğer yandan yapı maliyetlerini yükseltir. Yönetim kısımlarının diğer ünitelerle fonksiyonel bir şekilde bağlanamadığı bir fabrikada işçi ve üretim denetimleri zorlaşır, fiyatlar yükselir.

Bir fabrikada hatalı düzenlemenin bazı belirtileri vardır. Bu belirtileri doğru tanımak ve değerlendirmek, hataların düzeltilmesinde büyük kolaylıklar sağlar. Yerleştirme düzeninden doğan aksaklıkların belirtileri şöyle sıralanabilir:

1. Malzeme, parça ve yarımamullerin gereksiz yerlerde yığılması.
2. İş akışı, işçi ve malzemenin kontrolünde etkisiz kalınması.
3. İşçinin normal iş yükünü kaldıramaması, bedensel veya zihinsel yorgunluk şikayetleri.
4. Üretim periyodunun uzaması ve siparişlerin tesliminde gecikmeler.
5. Nitelikli işçilerin gereksiz taşıma işlerini yapmaları veya boş beklemeleri.
6. İş akışında tıkanmalar, gecikmeler, parça beklemeler, makinaların boş durması veya aşırı yüklenmesi durumları ile sık sık karşılaşılması.
7. Fabrika alanında telaş ve kargaşalık havasının hakim olması.

8. Fabrika alanından tam yararlanamama (İLHAN ve BURDURLU, 1993).
Bu belirtilerin hepsinin yerleşirme düzeninden kaynaklandığı düşünülmemelidir.

Fabrika düzenlemenin ana amacı, fabrika içinde üretim faaliyetlerinin yürütülmesini sağlayan varlıkların hareket miktarlarını minimum seviyeye indirmektir. Ayrıntılara inildiğinde, bu ana amaca, bir takım yan amaçların gerçekleştirilmesiyle ulaşılabileceği anlaşılır. Bu yan amaçları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

1. Makine, araç ve gereçler mantığa ve basit kurallara uygun bir düzen içerisinde yerleştirilmeli, etkin bir üretim için bu faktörlerin birbirlerine uyumlu olmaları sağlanmalıdır.
2. Malzeme ve insan hareketleri basit, az, kolay ve kontrol edilebilir olmalıdır.
3. Yardımcı tesisler mantığa uygun, ihtiyacı karşılayacak yerlerde bulunmalıdır.
4. Makine-teçhizattan maksimum yarar sağlanarak fabrika içinde yarı mamul miktarı azaltılmalıdır.
5. Üretim faaliyetlerinin ve yardımcı hizmetlerin ihtiyacı olan alanlar dengeli bir şekilde dağıtılmalıdır.
6. İşçilere çalışma kolaylığı, iş güvenliği ve rahatlığı sağlanmalı, gözlemciler az yorularak etkili bir kontrol yapabilmelidirler.
7. Gelecekteki genişleme ve değişiklik isteklerini karşılayacak esnek bir yerleşirme düzeni kurulmalıdır (ÜÇÜNCÜ, 1988).

Bu amaçlar gerçekleştirildiği oranda toplam üretim maliyetleri azaltılabilir. Ancak, bu amaçların hepsini aynı anda ve en iyi biçimde gerçekleştirebilmek oldukça güçtür. Amaçlardan bir tanesini gerçekleştirebilmek için bir diğerinden fedakarlık yapmak gerekebilir. Bu ise, çoğu zaman ideal bir çözüm sayılmaz. Amaçlardan birinden fedakarlık yerine, çeşitli yan amaçların uygun derecede karışımını veren bir optimal çözüm esas alınmalıdır.

3.2.4.1.Fabrika Arsasının Düzenlenmesi

Bir fabrikada üretim faaliyetlerinin en iyi şekilde yürütülebilmesi için bütün fiziksel unsurların belli bir plana uygun olarak düzenlenmesi gerekir. Fabrika düzenlemenin ilk aşamasını oluşturan fabrika sahasında fiziksel planlama, doğrudan doğruya verimliliği etkileyen bir faktördür. İşletmede öngörülen organizasyonun uygulanabilmesi, zaman,

para ve insangücünden tasarruf sağlanabilmesi ve gelecekteki ihtiyaçların kolayca karşılanabilmesi büyük ölçüde, fiziksel planlamanın ortaya koyacağı imkanlara bağlıdır. Fabrika arsası üzerinde yer alacak fiziksel ünitelerin gelişigüzel bir şekilde yerleştirilmesi, iş akışına aykırı düşen dolaşım veya çalışma alanlarındaki yetersiz boyutlar yüzünden kaybedilecek zaman maliyetlerin yükselmesine sebep olur. Arsa ve bina alanlarının kullanımında ortaya çıkabilecek kayıp alanlar da, bir yandan gelecekteki gelişme imkanlarını sınırlarken, diğer taraftan yapı maliyetlerini yükseltir.

Yönetim kısımlarının diğer ünitelerle fonksiyonel bir şekilde bağlanamadığı bir fabrikada, işçi ve üretim denetimleri zorlaşır ve fiyatlar yükselerek rekabet olumsuz yönde etkilenir.

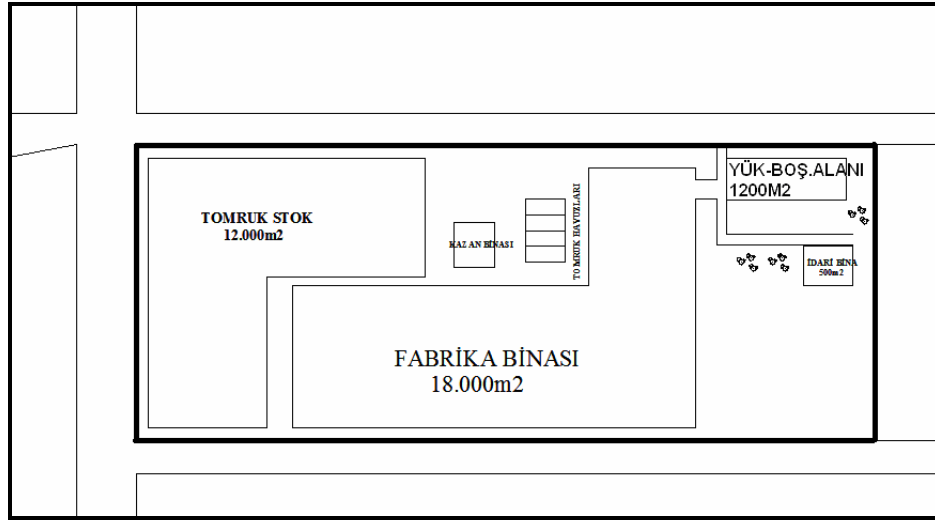
Bir fabrikanın sahasında yer alması gereken fiziksel tesisler sözkonusu işletmenin özel ihtiyaçlarına bağlı olarak belirlenir. Ancak, her endüstriyel işletme için sözkonusu olabilecek iş ve hizmetler gözönüne alınırsa, fabrika arsasında genel olarak aşağıdaki fiziksel ünitelerin yer alması gerektiği anlaşılır:

1. Kapalı Üniteler: Her türlü dış etkilerden korunmuş ünitelerdir. Bunlar, imalathane, depo, bakım yerleri, işletme ve tesisat üniteleri, bürolar, laboratuvarlar, personel üniteleri, yemekhane vb.
2. Açık Depolama Alanı: Dış etkilerden zarar görmeyen çeşitli malzemelerin tamamen veya kısmen açıkta depolanabilmeleri için ayrılacak olan alanlardır.
3. Yükleme ve Boşaltma Alanı: Malzeme taşımada kullanılacak motorlu taşıt araçlarının arsa içinde rahat, emniyetli ve hızlı bir şekilde yükleme-boşaltma veya bu işler için gerekli manevraları yapabilmeleri amacıyla ayrılacak alanlardır.
4. Genişleme Alanı: Kapalı ve açık ünitelerin gelecekteki ihtiyaçlarına uygun olarak genişletebilmeleri amacıyla ayrılan alanlardır.
5. Yeşil Alanlar: Gerek estetik ve gerekse personelin dinlenme, spor ve benzeri ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla ayrılan alanlardır.

Endüstriyel bir kuruluşun saha planlaması yapılırken, en az yukarıda belirtilen genel ihtiyaçlar ve bu ihtiyaçların birbirleriyle fonksiyonel ilişkileri gözönüne alınarak gerekli alan ve boyutlar tesbit edilmelidir (BURDURLU ve İLHAN, 1993).

Buna göre Çaycuma Organize Sanayi Bölgesinde ki 56.150 m² lik arsanın yerleşim düzeni aşağıda gösterildiği gibi düşünülmüştür. Belli başlı birimlerin ölçüleri;

- Fabrika Binası : 18.000 m²
- Tomruk Stok: 12.000 m²
- Tomruk Pişirme Havuzları: 1.000 m²
- İdari Bina ve Sosyal Tesisler: 500 m² (İki katlı)
- Yükleme-Boşaltma Alanı: 1200 m²



Şekil 3.19 : Çaycuma Organize Sanayi Bölgesinde LVL üretim tesisi için seçilen bölgede yerleşim planı.

3.2.4.2.Makinelerin Yerleştirilmesi

Fabrika binasına makinelerin yerleştirilmesinde üç tip yerleştirme söz konusudur.

Bunları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- 1- Prosese göre yerleştirme
- 2- Mamule göre yerleştirme
- 3- Sabit durumlu mamule göre yerleştirme (BURDURLU, İLHAN 1993).

Ayrıca dördüncü bir yerleştirme olarak Hücresel Yerleşimden bahsedilebilir. Hücresel imalat sistemi, benzer üretim karakteristiklerine sahip belirli parça gruplarının tümüyle imal edilebilmesi için işlem, insan ve özellikle makine gruplarının oluşturulduğu sistemlerdir (DURMUŞOĞLU, 1986).

Fabrikalarda bunlardan birisi nadiren tek başına kullanılır. Genellikle üç tipin uygun oranlarda karışımından oluşan sistemlerin planlanması gerekir. Uygun oranların belirlenmesinde taşıma maliyetleri, verimlilik, stoklar ve kontrol kolaylığı gibi kriterlerden yararlanır. Bunun için yerleştirme tiplerinin yararlı ve sakıncalı yanlarının dengelenmesine çalışılır.

1- Prosese Göre Yerleştirme:

Aynı işlemleri yapan makinaların biraraya yerleştirilmesidir. Fonksiyonel uzmanlaşma sağlayan bu tip yerleştirme, genel olarak, daha az makine ile çeşitlendirme, yenilik ve denetim kolaylığı sağlayan esnek bir yerleştirme sistemidir. Sipariş üretiminde tercih edilen bir yerleştirme tipidir. Arızaların veya malzeme ve işçi yetersizliklerinin üretimi aksatmaması, üretim programlarında ve kapasitedeki değişikliklerin kolay ve düşük maliyetlerle gerçekleştirilebilmesi bu tip yerleştirmenin üstünlükleri arasındadır.

Prosesse göre yerleştirmenin yararlı yanları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- a) Makine ve insangücü kullanımı esnektir. İş yükleme kolay, tamir ve bakımda üretim aksamaları minimumdur.
- b) Makinalar çok çeşitli işlerde kullanılabilirler. Makine yatırımı azdır.
- c) Gözlem ve kontrol yetiştirilmiş elemanlarca yapılır, dolayısı ile kontrol etkinliği yüksektir.
- d) İş çeşidi fazladır. Yeknesaklığın doğurduğu psikolojik sorunlar yoktur.
- e) Değişikliklere kolay uyum sağlar.
- f) Bireysel birim ve teşvik uygulanabilir.
- g) Üretim planlaması basittir.

Prosesse göre yerleştirmenin sakıncalı yanları ise;

- a) Taşıma miktarı fazla, yüksek malzeme taşıma maliyeti.
- b) Yarımamul stokları fazladır.
- c) Makine ve işçinin boş kalma süresi uzundur.
- d) Üretim kontrolü karmaşıktır.
- e) Kalifiye eleman kullanma zorunluluğu vardır.
- f) Toplam üretim süresi uzundur (BURDURLU, İLHAN 1993).

2- Mamule Göre Yerleştirme:

İşlem makine-teçhizatının, bir mamulün hammadde halinden son şeklini alıncaya kadar izlediği yol üzerinde işlemlerin gerektirdiği sıraya uygun olarak düzenlenmesidir. Her

makine, malzeme hareketini en aza indirecek ve alan kullanımını etkinleştirecek şekilde yerleştirilir. Her mamul için genellikle ayrı bir üretim hattı oluşturulur. Sürekli ve hat imalat türlerinde makine ve düzenleme bu tarza göre yapılır.

Mamule göre düzenlemede, belirli bir mamulün üretilmesine tahsis olunan özel veya otomatik tezgahlar bir doğru boyunca sıralanır. Hammadde bu doğrunun bir ucundan imal prosesine girer ve birbirini takip eden işlemlerden geçerek mamul haline dönüşür. Proses devamınca her işleme belli bir süre tahsis edilmiş olup, duraklama, stok ve malzeme taşıma gibi süreler en aza indirilmiştir. Her mamul aynı toplam sürede üretilmektedir.

Mamule göre yerleştirmenin yararlı yanları;

- a) İş akışı düzgündür.
- b) Taşımalar azdır.
- c) Yarımamul stokları azdır.
- d) Toplam üretim süresi kısadır.
- e) Üretim planlama basittir.
- f) Gözlem ve kontrol kolaydır.
- g) Kalifiye olmayan işçi kullanılabilir, eğitim ve adaptasyon kolaydır.
- h) Grup teşvik sistemi uygulanabilir.
- i) Alan kullanımı alt düzeydedir.

Mamule göre yerleştirmenin sakıncalı yanları;

- a) Esneklik azdır. Mamul dizaynında yapılacak bir değişiklik, düzende büyük değişikliklere sebep olur ve uygulanması uzun zaman alır.
- b) Üretim akış hızı en yavaş makinaya bağlıdır. Bu sebeple makinaların hızı planlı biçimde azaltılır. Dengeleme problemi vardır. Küçük bir arıza halinde bile bütün hattın boş durması ihtimali yüksektir.
- c) Makine veya yarımamul cinsinden yedek kapasite bulundurma zorunluluğu vardır. Yatırım miktarı yüksektir.
- d) Kontrol geneldir, her bölüm için uzmanlaşmamıştır.
- e) Çeşitlendirme imkanı zayıftır.
- f) Makinelere birisi bozulduğunda tüm üretimin aksamasına neden olur.
- g) Bakım, üretim saatleri dışında yapılır (BURDURLU, İLHAN 1993).

3- Sabit Durumlu Mamule Göre Yerleştirme:

Mamulün taşınamayacak kadar ağır veya büyük olması halinde makinalar mamulün yanına taşınır veya çevresinde uygun yerlere yerleştirilir.

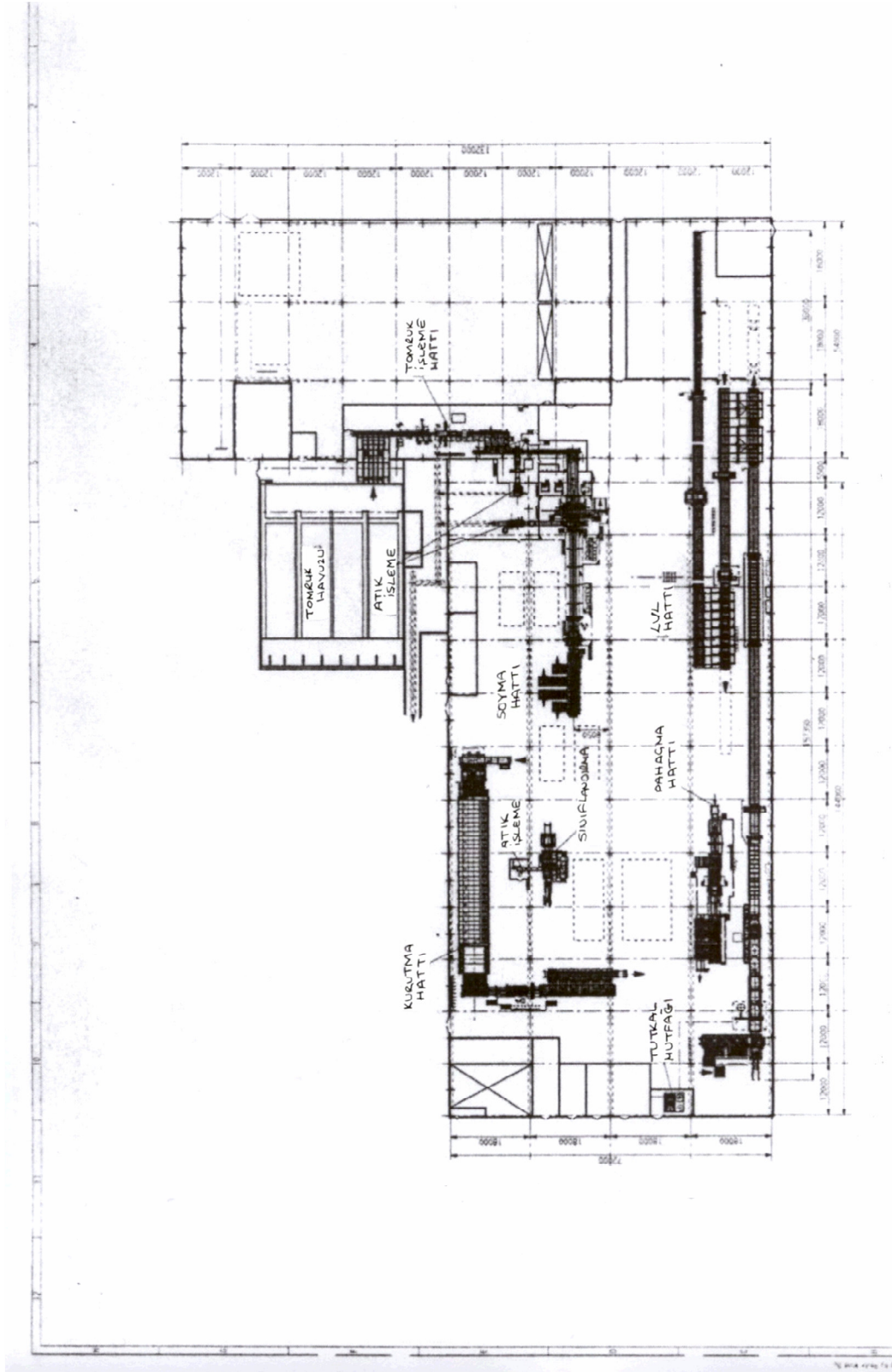
Sabit pozisyonlu mamule göre yerleştirmenin yararlı yanları;

- a) Malzeme hareketi minimumdur.
- b) Ekip çalışması yapıldığından iş dağıtımı, gözlem ve kontrol kolaydır.
- c) Ekipler oldukça bağımsız çalıştıklarından, toplam üretim süresini kısaltacak tedbirler almak mümkündür.
- d) Esnektir. Mamul projesi, mamul türü ve üretim kapasitesinde değişiklik yapmak kolaydır.
- e) Düzenleme yatırımı minimumdur.

Sabit pozisyonlu mamule göre yerleştirmenin sakıncaları;

- a) Makine-teçhizatın mamulün bulunduğu yere taşınması güç ve pahalı olabilir.
- b) Makine ve teçhizattan yararlanma oranı düşüktür.
- c) Kalifiye işçiye ihtiyaç vardır.
- d) Makine-teçhizatın yerleştirilmesi pahalı olabilir (BURDURLU, İLHAN 1993).

LVL üretim tesisine de bu yerleştirme tiplerinden en uygun olanı mamule göre yerleştirme olduğundan bu tip bir yerleştirme uygulanmıştır.



Şekil 3.20 : LVL Üretim tesisinde makinelerin yerleşim planı (RAUTE).

3.2.5. Yatırım ve İşletme Gelir/Gideri

Bu bölümde bahsedilen fiyatlar piyasa araştırmalarından, Bayındırlık Bakanlığında, İller Bankasından ve LVL imalatı üzerine birçok çalışmalar yapmış olan Raute ve Dieffenbacher firmalarının verdiği fiyatlardan derlenerek hazırlanmıştır.

3.2.5.1. Yatırım Giderleri

1. Arsa ve Altyapı Giderleri: Yukarıda da bahsedildiği gibi yaklaşık 56.000 m² lik yere ihtiyaç vardır. Resmi Gazetenin 06.02.2004 tarih ve 25365 sayılı nüshasında yayımlanan 5084 Sayılı Yatırımları ve İstihdamın Teşviki ile bazı kanunlarda değişiklik yapılması hakkındaki kanunun 2. maddesinin (b) bendi kapsamındaki illerde (Kalkınmada Öncelikli Yörelerde) yer alan Organize Sanayi Bölgelerinde bedelsiz arsa tahsisi öngörülmektedir. Zonguldak ili de 1. derecede kalkınmada öncelikli yöre kapsamında olduğundan, 06.02.2004 tarihinden sonra OSB deki sanayi arsaları bedelsiz olarak yatırımcı kuruluşlara, OSB yönetim kurulunca tahsisi yapılacaktır.

2. Proje Giderleri:

- | | |
|---------------------|------------|
| a) Mimari Proje | 33.500 YTL |
| b) Statik Proje | 26.000 YTL |
| c) Mekanik Proje | 22.000 YTL |
| d) Elektrik Projesi | 25.000 YTL |

TOPLAM: 106.500 YTL

3. Müşavirlik Giderleri:

- | | |
|----------------------|------------|
| a) Teknik Müşavirlik | 60.000 YTL |
| b) Hukuk Müşavirliği | 25.000 YTL |
| c) Mali Müşavirlik | 15.000 YTL |
| d) Finans Müşavirlik | 12.000 YTL |

TOPLAM: 112.000 YTL

(Bayındırlık Bakanlığı, 2004).

4. İnşaat Giderleri:

Tablo 3.8 : LVL üretim tesisi inşaat giderleri.

	Alan (m²)	m² Fiyatı (YTL)	Toplam Fiyat (YTL)
Fabrika Binası	18.000	250	4.500.000
Tomruk Havuzları	1.000	300	300.000
Kazan Binası	700	300	210.000
Trafo, elektrik binası	400	300	120.000
İdari Bina	1.000	350	350.000
TOPLAM			5.480.000

(Bayındırlık Bakanlığı, 2004).

5. Makine ve Tesisat Giderleri:

Tablo 3.9 : LVL üretim tesisi makine ve tesisat listesi.

Sıra No	Makine/Tesisat Adı	Kwh	Toz emme (m ³ /h)	Bas. Hava (Nm ³ /h)	3Vard. Ger.Miktar	Fiyat (YTL)
1	Tomruk İşleme Hattı -Kabuk Soyma -Metal Dedektörü -Baş kesme -Tomruk Sınıflandırma	275			1 1 1 1	1.735.000
2	Soyma ve İstifleme mak.	420		220	1	3.550.000
3	Kaplama Kurutma ve Sınıflandırma Hattı	530		220	1	3.700.000
4	Kaplamaya Pah Açma Hattı	140	7.200	30	1	1.510.000
5	Taslak Haz. ve Ön Pres Hattı	300	10.000	100		8.150.000
	2 Katlı LVL Presi	100		20	1	
	LVL Oluşturma Hattı	230	15.000	10	1	
6	Atık İşleme Hattı				1	1.210.000
7	Otomatik Tutkal Mutfağı				1	202.500
	TOPLAM	1.995	32.200	600	11	20.057.500

(RAUTE, 2004).

6. Yardımcı Tesisat ve Ekipman Giderleri:

Tablo 3.10 : LVL üretim tesisi yardımcı tesis ve ekipman listesi.

Sıra No	Yardımcı Tesisat ve Ekipmanlar	Ger. Adet	Birim Fiyat (YTL)	Toplam Fiyat (YTL)
1	Forklift	2	33.500	67.000
2	Hidrolik Kepçe	3	60.000	180.000
3	Kren	1	28.000	28.000
4	Kazan	1	430.000	430.000
5	Isıtma Tesisatı		100.500	100.500
6	Elektrik Tesisatı ve Aydınlatma		83.000	83.000
7	Toz emme ve Silolar		110.000	110.000
8	Su Tesisatı		60.000	60.000
9	Kompresör ve Tesisat		47.000	47.000
10	Trafo ve Elektrik Dairesi		37.000	37.000
11	Bakım Ekipmanları		16.000	16.000
12	Otomobil	3	25.000	75.000
	TOPLAM		1.030.000	1.233.500

(RAUTE, 2004).

7. Laboratuar ve Ölçü Aletleri Giderleri:

Tablo 3.11 : LVL üretim tesisi laboratuar ölçü aletleri listesi.

Sıra No	Lab. Ölçü Aletleri	Adet	Birim Fiyat (YTL)	Top. Fiyat (YTL)
1	Kumpas	3	50	150
2	Rutubet Ölçer	2	550	1.100
3	Hassas Terazi	2	300	600
4	Mikrometre	2	30	60
5	Nem Ölçer	1	450	450
6	İlave Ekipmanlar		750	750
	TOPLAM		2.130	3.110

8. Büro Ekipmanları Giderleri:

Tablo 3.12 : LVL üretim tesisi büro ekipmanları listesi.

Sıra No	Adı	Adet	Birim Fiyat (YTL)	Top. Fiyat (YTL)
1	Masa, sandalye ve dolap	20	350	7.000
2	Genel Müd. Odası	1	3.000	3.000
3	Bilgisayar	15	2.000	30.000
4	Faks, Yazıcı	2	1.250	2.500
5	Güç Kaynağı	1	1.500	1.500
6	Telefon ve santrali	15	150	2.250
7	Kırtasiye malzemeleri			3.000
8	Güvenlik ekipmanları			6.000
	TOPLAM			55.250

9. Kuruluş Giderleri:

- a) Kuruluş Dönemi Pazarlama ve Tanıtım Masrafları 20.000 YTL
b) Şirket Kuruluşu Noter Hizmetleri 3.500 YTL
c) Diğer Kuruluş Masrafları 2.500 YTL

TOPLAM: 26.000 YTL

10. Personel Giderleri: Bayındırlık Bakanlığı ve kontrplak gibi benzer üretim yapan firmaların verdiği ücretler esas alınmıştır.

Tablo 3.13 : LVL üretim tesisi personel listesi.

Sıra No	Çalışma Yerleri	Ger. Pers Sayısı			Top. Ücret (YTL)	
		1V	3V	Bir. Üc	1V	3V
1	Genel Müdür	1	1	7.500	7.500	7.500
2	Finans Müdürü	1	1	5.000	5.000	5.000
3	Pazarlama Müd.	1	1	5.000	5.000	5.000
4	Fabrika Müd.	1	1	5.000	5.000	5.000
5	Satınalma Personeli	2	2	1.600	3.200	3.200
6	Pazarlama ve Satış Personeli	3	3	2.200	6.600	6.600
7	Muhasebe	2	2	1.200	2.400	2.400
8	Santral	1	1	800	800	800
9	Üretim Planlama Şefi	2	2	1.800	3.600	3.600
10	Vardiya Şefi	2	6	1.800	3.600	10.800
11	Tomruk besleme Op.	1	3	800	800	2.400
12	Kabuk Soyma ve Kesme Op.	1	3	800	800	2.400
13	Soyma Op.	1	3	1.000	1.000	3.000
14	İstif Op.	1	3	800	800	2.400
15	Kurutucu besleme Op.	2	6	800	1.600	4.800
16	Kaplama Sınıf. Op.	2	6	800	1.600	4.800
17	İstifleme Op.	1	3	800	800	2.400
18	Forklift Op	1	3	1.000	1.000	3.000
19	Pah Açma Op.	1	3	800	800	2.400
20	Taslak Haz. Besleme Op.	1	3	800	800	2.400
21	Taslak Hazırlama	1	3	1.000	1.000	3.000
22	Pres Kontrolü	1	3	1.000	1.000	3.000
23	Panel Oluşturma	4	12	800	3.200	9.600
24	Vinç Op.	1	3	800	800	2.400
25	Sevkiyat	2	6	800	1.600	4.800
26	Kalite Kontrol	1	3	1.200	1.200	3.600
27	Bekçi	3	9	800	2.400	7.200
28	Kazan ve Tozemme Op.	3	9	800	2.400	7.200
29	Bakım	5	9	1.200	6.000	10.800
30	Güvenlik	1	3	800	800	2.400
	TOPLAM	50	118	49.500	73.100	133.900

3.2.5.2. Aylık İşletme Giderleri

Tablo 3.14 : LVL üretim tesisi aylık işletme giderleri.

Gider Türü	3 Vardiya			
	Miktar	Birim Tutar (YTL)	Toplam Tutar (YTL)	Toplam Tutardaki Oran (%)
Hammadde (m ³)	7080	150	1.062.000	58
Yard.ve Sarf Malz			22.000	1
Personel Gid.			133.900	7
Elektrik,Su yakıt			33.000	1,5
Aidat (m ²)	56.000	1,5	84.000	5
Haberleşme,Kırt.			7.000	0,5
Paz. Reklam			25.000	1
Bakım,Bileme			35.000	2
Aylık Amortisman Gid			420.000	23
Diğer Gid			20.000	1
TOPLAM			1.841.900	100

3.2.5.3. Yatırımın Gider ve Gelirlerinin Kıyaslanması

Tablo 3.15 : LVL üretim tesisi yatırımının gelir ve giderlerinin kıyaslanması.

Gider Türleri	3 Vard. Tutar (YTL)
Kuruluş Giderleri	26.000
Arsa ve Altyapı Gid.	Bedelsiz
İnşaat Gid.	5.480.000
Proje Gid.	106.500
Müşavirlik Gid.	112.000
Makine Yatırımı	20.057.500
Yard. Tesisat Yat.	1.233.500
Büro Ekip. Gid.	55.250
Lab. ve Ölçü Al. Gid.	3.110
Yatırım Toplamı	27.073.860
Aylık Üretim (m ³)	3.167
m ³ Satış Fiyatı	750
Aylık Satış Geliri	2.375.250
Aylık Gider	1.841.900
Aylık Brüt Kar	533.350

Yatırımın geri dönüşü : $27.073.860 / 533.350 = 51$ ay

Tesis teorik olarak brüt kar üzerinden kendini yaklaşık 4 senede amorti etmektedir.

LVL için m³ satış fiyatı 750 YTL olarak düşünülmüştür. Bu fiyat piyasadaki alternatif ürünlerin aşağıda gösterilen Bayındırlık Bakanlığı fiyatları ile karşılaştırılarak belirlenmiştir.

- Yonga Levha 430YTL/m³
- MDF 510YTL/m³
- Kontrplak 1.070YTL/m³
- Kontrtabla 1.070YTL/m³
- Masif Panel 1.500YTL/m³

4. LVL' NİN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Masif ağaç malzeme ve odun-esaslı diğer levha ürünlerinde olduğu gibi LVL'de de fiziksel ve mekanik özellikler kullanım yerleri açısından büyük önem taşımaktadır. Bu malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri kullanılan odun hammaddesine, kullanılan tutkalın türü ve miktarına, kaplamaların kalitesine, presleme tekniğine, malzemenin kat sayısına vb. faktörlere bağlı bulunmaktadır. Bunun için bu bölümde LVL'nin diğer ağaç malzemelerine göre teknolojik özellikleri kıyaslanmış ve bu teknolojik özelliklere etki eden faktörlerden bahsedilmiştir.

4.1. LVL' NİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Sarıçamdan üretilmiş LVL'nin ve masif Sarıçam odununun bazı fiziksel özellikleri Tablo 4.1 de verilmiştir.

Tablo 4.1 : Sarıçam üretilmiş LVL ve sarıçamın bazı fiziksel özellikleri (ÖRS ve KESKİN, 2002).

Fiziksel özellikler		Masif	LVL	Değişim (%)
Hava kurusu yoğunluk (g/cm ³)		0,511	0,537	4,84
Daralma Miktarı (%)	β_r	4,81	4,64	-3,53
	β_t	8,09	7,85	-2,96
	β_l	0,30	0,29	-3,32
	Bv	13,25	12,80	-3,39
Genişleme Miktarı (%)	α_r	5,34	5,15	-3,55
	α_t	8,45	8,10	-4,14
	α_l	0,32	0,31	-1,86
	Av	14,12	13,57	-3,89

β_r : Radyal yönde daralma, β_t : Teğet yönde daralma, β_l : Uzunlukça daralma, β_v : Hacimce daralma, α_r : Radyal yönde genişleme, α_t : Teğet yönde genişleme, α_l : Uzunlukça genişleme, α_v : Hacimce genişleme.

Çalışma miktarlarının LVL' de masif malzemeden daha küçük olduğu tespit edilmiştir. Nitekim, karaçamdan üretilen LVL'nin aynı ağaç türünün masif halinden daha az çalıştığı belirlenmiştir (ÖRS ve KESKİN, 2002).

4.2. LVL' NİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Mekanik özellikler özellikle taşıma amaçlı LVL' ler için oldukça önemlidir. Birçok kullanım yerinde mekanik özelliklerin yüksek olması arzu edilir.

Sarıçamdan üretilmiş LVL' nin ve masif sarıçam odununun bazı mekanik özellikleri Tablo 4.2 de karşılaştırılmalı olarak verilmiştir.

Tablo 4.2 : Sarıçamdan üretilmiş LVL ve masif sarıçamın odununun bazı mekanik özellikleri (KESKİN, ATAR ve diğ., 2003).

Mekanik Özellikler	Masif	LVL	Değişim (%)
Eğilme Direnci (\perp N/mm ²)	104,21	107,09	2,68
Elastiklik Modülü (\perp N/mm ²)	10070,14	10354,87	2,74
Basınç Direnci (II N/mm ²)	55,94	58,59	4,52
Makaslama Direnci (II N/mm ²)	8,21	8,47	3,06

Literatürde, sarıçam odununun tam kuru yoğunluğu 0,496 g/cm³, hava kurusu yoğunluğu 0,526 g/cm³, hacimsel daralma miktarı % 12,70, liflere dik çekme yarıлма direnci 2,11 N/mm², liflere dik eğilmede elastiklik modülü 10200 N/mm² olarak verilmiştir. Masif ve lamine sarıçam odunlarının belirtilen özellikleri arasındaki farklılık, laminasyonda kullanılan yapıştırıcının düzgün lifli lameller arasında odunun kohezyon kuvvetini arttırmasından kaynaklanabilir (KESKİN, ATAR ve diğ., 2003).

4.3. LVL' NİN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

LVL' nin teknolojik özellikleri üzerine etki eden faktörler;

- LVL kat sayısı
- Kaplama kalınlığı

- c) Tutkal türü ve miktarı
- d) Ağaç türü
- e) Kaplama birleştirme biçimleri
- f) Presleme şartları vb. dir.

SAN ve TAHİR (2000), LVL nin enine kesitteki eğilme direnci değerlerinde, ağaç türü ve kaplama kalınlığının etkisini araştıran çalışmada, Keruing (Dipterocarpus), Beyaz Meranti (Shorea), Sarı Meranti (Shorea), Bintangor (Calophyllum) ve Kedondong (Canarium) olmak üzere 5 adet tropik sert ağaç kullanmıştır. Bulunan sonuçlar Tablo 4.3, 4.4 ve 4.5 de verilmiştir.

Tablo 4.3 : 50 mm kalınlığındaki LVL panellerinin yoğunluk ve rutubet miktarları.

Türler	Kaplama Katı	Rutubet %	LVL Panel Yoğunluğu kg/m ³	Odunun Yoğunluğu kg/m ³
Kedondong	13 katlı	9.6	543	515
	17 katlı	9.2	558	
Sarı Meranti	13 katlı	10.4	532	507
	17 katlı	10.1	552	
Bintangor	13 katlı	10.1	571	550
	17 katlı	10.8	592	
Beyaz Meranti	13 katlı	9.7	666	643
	17 katlı	9.7	698	
Keruing	13 katlı	9.4	752	746
	17 katlı	9.6	819	

LVL'ler, 13 ve 17 katlı olarak 50 mm kalınlığında ve 30'ar adet üretilmiştir. Kaplamalar sırası ile 3,1 ve 4mm kalınlığında soyulmuştur. Bağlayıcı olarak Fenol Formaldehit tutkalı (% 42 katı madde miktarı) kullanılmıştır. Daha sonra üretilen LVL panelleri ASTM-D 198 standardına göre kesilmiş ve test edilmiştir. 50 mm kalınlığında, 90 mm genişliğinde, 1620 mm uzunluğunda ki örnekler üzerinde eğilme direnci deneyi yapılmıştır. Bu deneylerin sonucunda elde edilen bazı mekanik değerler aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 4.4 : 13 ve 17 katlı LVL nin Eğilme Direncinde Ağaç Türünün Etkisi.

Ağaç Türleri	13 Katlı		17 Katlı	
	Elastikiyet Modülü (10^3 N/mm ²)	Eğilme Direnci (N/mm ²)	Elastikiyet Modülü (10^3 N/mm ²)	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Kedondong	20	48	21	51
Sarı Meranti	22	44	23	51
Bintangor	24	51	25	56
Beyaz Meranti	26	53	26	62
Keruing	26	56	28	65

Tablo 4.5 : LVL' nin Eğilme Direncinde Kaplama Kalınlığının Etkisi (N/mm²).

Kap. Kal. (mm)	Kedondong		Sarı Meranti		Bintangor		Beyaz Meranti		Keruing	
	Elas. Mod.	Eğ. Dir.	Elas. Mod.	Eğ. Dir.	Elas. Mod.	Eğ. Dir.	Elas. Mod.	Eğ. Dir.	Elas. Mod.	Eğ. Dir.
4 (13 kat)	19722	48.5	22018	43.8	24460	51.5	25566	52.7	25857	56.1
3.1 (17 kat)	20692	50.9	22683	50.5	25250	55.8	26.317	62.5	28164	64.7

Sonuç olarak, kaplama kalınlığının ve ağaç türünün LVL' nin eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir.

Sarı Meranti, diğer türlerle karşılaştırıldığında direnci daha düşük bulunmuştur. Eğilme direnci değerlerinin, daha ince kaplamalardan oluşan LVL'lerde (17 katlı) daha iyi olduğu söylenebilir.

LVL' nin elastiklik modülü değerleri en çok ağaç türünden etkilenmiştir. Keruing en yüksek değeri vermiş olup, bunu sırasıyla Beyaz Meranti, Bintangor, Sarı Meranti ve Kedondong izlemiştir. Çalışılan beş türün içinde Keruing en iyi performansı gösterirken, Sarı Meranti en zayıf eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerini vermiştir.

LEE, TANG ve KAISERLIK (1999), Sarı Kavak LVL' lerinin eğilme direnci özelliklerine bir yıl açık hava koşullarına bırakma ile üst üste bindirme ve pahlı birleştirmenin etkisini araştırmak üzere, LVL' ler sarıkavak soyma kaplamaları ve sıvı fenol formaldehit tutkalı kullanılarak sıcak ve sonsuz pres şartlarında üretilmiştir. Örnekler 2,44 m uzunluğunda 2 gruptan oluşmaktadır. Her grupta 25 adet LVL bulunmaktadır. Grup 1 örnekleri kaplamaların üst üste bindirilmesi ile oluşturulmuş, grup 2 örnekleride pah açılarak birleştirilen kaplamalardan oluşturulmuştur.

Her iki grup içindeki bütün örnekler bir yıl için açık hava şartlarına maruz bırakılmış ve sonra eğilme direnci deneyi yapılmıştır. Açık hava koşullarındaki bağıl nem ve sıcaklık, çatının iç yüzeyindeki sıcaklık gibidir ve LVL' lerin alt ve üst yüzeylerindeki sıcaklık, açık hava koşullarına maruz bırakıldığı bir yıl boyunca sürekli izlenmiştir. Hava sıcaklığı açık hava koşullarında 37,8 °C olduğunda, ilk on ve son örnekte ortalama sıcaklık sırasıyla 43,9 °C ve 37,2 °C olarak kaydedilmiştir. Oldukça yüksek bağıl nemli (% 90-98) günlerde, bir yıl boyunca açık havaya maruz bırakılan örneklerde kaydedilen bağıl nem % 23 dür.

Tablo 4.6 : Sarı kavak LVL' lerinin enine kesitteki eğilme direnci ve elastikiyet modülü.

Ortam	Kaplama Birleştirme Tipi	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Açık Hava	Bindirme	12000.51	80.60
	Pah Açma	12000.29	71.16
%65 Bağıl Nem 23.9 °C	Bindirme	14000.80	80.94
	Pah Açma	12000.20	72.99
	Birleşme yok	14000.88	81.47
%95 Bağıl Nem 23.9 °C	Bindirme	12000.07	52.99
	Pah Açma	10000.20	52.72
	Birleşme yok	13000.03	56.39

Ayrıca; açık havaya maruz bırakılan grupta, % 65 ve % 95 bağıl nem 23,9 °C da şartlandırılan grup karşılaştırıldığında, şu sonuçlara varılmıştır:

%65 bağılnemde kaplama birleştirme metodu bindirme olan LVL lerde eğilme ve elastikiyet, pah açılarak birleştirilenlerdekenden daha yüksek bulunmuştur. Fakat her iki grupta da bir yıl açık hava şartlarına maruz bırakıldıklarından dolayı direnç dağılımlarında önemli bir higrotermal etki gözlenmemiştir. Ancak bindirme metodu ile birleştirilen Sarı Kavak LVL lerinin elastikiyetlerinde önemli bir higrotermal bozulma bir yıl açık hava şartlarına maruz bırakılmadan sonra gözlemlenmiştir, fakat pah açma metodu ile birleştirilen grupta böyle bir etki bulunmamıştır.

LEE, TANG ve KAISERLIK (1999) Sarı Kavak LVL' lerinin sünme davranışında sabit bağıl nemin etkisini araştırmıştır. LVL' ler Sarı Kavak kaplamaları ve sıvı fenol formaldehit tutkalı kullanılarak üretilmiştir. 243,8 cm uzunluğunda ve 8,9 cm kalınlığında LVL kirişlerinden üç grup oluşturulmuş ve her bir gruptan 50 örnek denemeye tabi tutulmuştur. Grup I örnekleri kaplamalara pah açılarak birleştirilmiş, Grup II örnekleri kaplamaları bindirme yöntemiyle birleştirilmiş ve Grup III örneklerinde ise kaplama birleştirme uygulanmamış ve bir kontrol grubu olarak sunulmuştur. Her bir gruptaki örneklerin yarısı % 65 sabit bağıl nem ve 23,9 °C sıcaklık altında enine kesit eğilme direncine tabii tutulurken, örneklerin diğer yarısında sünme performanslarının değerlendirilmesi için benzer sıcaklık ve bağıl nem altında sünme testlerine tabi tutulmuştur. 23,9 °C da ve % 65 bağıl nem altındaki sünme performanslarında kaplama birleştirme dizaynının etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Kaplama birleştirme uygulanmış LVL gruplarında, birleştirme uygulanmamışlara göre daha iyi sünme direnci gözlemlenmiştir ve pahlı birleştirme uygulanmış örneklerin sünmesinde daha az zarar olmuştur.

GREEN ve EVANS (2002) taşıma amaçlı ahşap ürünlerin direnç özelliklerinde düşük bağıl nemin etkisini araştıran çalışmasında, Amerika'nın kuru bölgelerinde ve endüstriyel ortamda kullanılan ahşap, çok düşük bir bağıl neme maruz bırakılmıştır. Bu çalışmanın konusu; % 65 bağıl nem ile % 15 bağıl nemde şartlandırılmış 38 ile 89 mm ölçülerindeki malzemelerin bükülebilme ve sertlik değerlerinin karşılaştırılmasının değerlendirilmesidir. Testler, masif kereste, LVL ve LSL (Laminated Strand Lumber) üzerinde yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları göstermiştir ki; enine kesitteki elastiklik modülü, % 65 ve % 15 bağıl nemde şartlandırılmış kereste ve LVL için aynı bulunurken, LSL % 15 bağıl nemde % 65 dekinden biraz daha yüksek bulunmuştur.

LVL ve LSL için her iki bağıl nem dereceleri arasında çok az farklılık bulunurken, masif kereste için % 15 deki elastiklik modülü % 65 dekinden % 8 daha az bulunmuştur. Masif kereste ve LVL nin % 15 bağıl nemdeki direnç değerleri % 10 daha düşük bulunmuştur, fakat LSL için iki bağıl nem arasında çok az bir farklılık ortaya çıkmıştır.

ÇOLAKOĞLU ve ÇOLAK ve diğ. (2003) Kayın LVL' sinin mekanik özellikleri üzerine Borik asidin etkisini araştırmak için, Kayın kaplamalardan üretilmiş LVL panellerini daldırma metodu ile borik asitle muamele etmiş ve bazı mekanik özelliklerini ölçmüşlerdir. Muamele edilmiş LVL' nin liflere paralel eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri, muamele edilmemiş LVL ye yakın bulunurken; liflere dik basınç ve makaslama direnci değerleri azalmış; liflere paralel basınç, yüzeye dik brinell sertlik ve vida tutma direnç değerlerinde artış bulunmuştur.

ÇOLAKOĞLU ve ÇOLAK ve diğ. (2003) hazırladıkları çalışmada melamin ilaveli üre formaldehit reçinesiyle üretilmiş olan LVL ile üre formaldehit, melamin-üre formaldehit ve fenol formaldehit reçineleri ile üretilmiş olan lamine edilmiş LVL' nin modülü, eğilme direnci, makaslama direnci ve formaldehit emisyonu değerlerini karşılaştırmış ve iki ayrı iklimlendirme koşullarında kondisyonlama işleminin çam LVL' nin eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Levhaların üretiminden sonra test örnekleri, tüm testler için iki gruba ayrılmıştır. Test edilmeden önce ilk gruptaki örnekler 20 °C sıcaklık ve % 45 bağıl nem, diğer gruptaki örnekler ise 20 °C sıcaklık ve % 65 bağıl nem koşullarında yaklaşık iki hafta süre ile bekletilmiştir. Deney sonuçlarına göre, 20 °C sıcaklık ve % 45 bağıl nem koşullarında bekletilen örneklerin eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri, diğer iklim koşulunda bekletilen örneklerden daha yüksektir. Bu direnç değerlerindeki artışlar, fenol formaldehit tutkalı ile üretilen örnekler için, diğer tutkal türleri ile üretilenlerden daha belirgindir. Melamin ilavesi ile formaldehit emisyonu azalmış, çekme-makaslama direnci değerleri ise artmıştır.

Yönlendirilmiş yonga levha (OSB) ve LVL, konutlarda yapı malzemesi olarak oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir. OSB ve LVL nin biyolojik degradasyona karşı dayanıklılığı kapsamlı bir şekilde incelenmemiştir. VINA ve BARBARA (2001) Güney

Sarı amından üretilen OSB ve LVL' nin ahaba zarar veren mantarlara maruz kalması durumunda dayanıklılığı araştıran bir çalışma yapmıştır. Bunun için ondört kahverengi ve sekiz beyaz rklk mantarı, OSB ve LVL yi degrade etmek için uygun bir ortamda hazırlanmıştır. Örneklerdeki rme oluşan ağırlık kaybı ASTM D1413-76 standardına göre ölçülmüş ve aşağıdaki değerler elde edilmiştir.

Tablo 4.7 : LVL ve OSB de mantar degradasyonu.

Mantar	Ağırlık Kaybı (%)	
	OSB	LVL
Kahverengi Çürüklük Mantarları		
<i>Antrodia serialis</i> (FP-104443)	15.8±10.1	2.1±2.4
<i>Antrodia vaillantii</i> (FP-90877-R)	20.1±2.0	9.7±0.9
<i>Antrodia xantha</i> (Mad-5096-35)	36.4±5.1	13.0±2.4
<i>Antrodia carbonica</i> (HHB-5104)	45.3±6.1	21.2±5.9
<i>Coniophora puteana</i> (Mad-515)	34.2±5.2	-0.5±2.2
<i>Fomitopsis meliae</i> (FP-105065-sp)	58.4±1.4	32.0±3.7
<i>Gloeophyllum trabeum</i> (Mad-617)	49.0±2.7	13.4±5.1
<i>Laetiporus sulphureus</i> (SH-27-R)	20.3±3.2	10.8±3.3
<i>Leucogyrophana arizonica</i> (RLG-9902-sp)	36.7±4.9	4.3±3.3
<i>Leucogyrophana olivascens</i> (FP-104339-sp)	50.6±4.8	24.0±16.6
<i>Meruliporia incrassata</i> (Mad-563)	19.8±4.2	8.7±2.0
<i>Neolentinus lepideus</i> (Mad-534)	52.7±2.1	20.8±6.0
<i>Postia placenta</i> (Mad-698)	42.9±5.4	14.7±3.1
<i>Serpula himantoides</i> (FP-97367)	42.8±3.4	24.0±2.9
Beyaz Çürüklük Mantarları		
<i>Trametes versicolor</i> (Mad-697)	53.3±1.8	26.0±6.3
<i>Ganoderma applanatum</i> (HHB-7823-s)	37.3±3.7	3.3±3.5
<i>Irpex lacteus</i> (HHB-7328-sp)	25.8±4.9	5.3±1.5
<i>Phanerochaete chrysosporium</i> (ME-461)	0.2±0.4	-0.20±0.4
<i>Phellinus ferrugineofuscus</i> (MJL-1357-sp)	16.7±1.4	5.8±2.4
<i>Phellinus pini</i> (L-14602-sp)	30.2±3.1	9.0±5.2
<i>Phlebia brevispora</i> (HHB-7030)	16.7±1.2	4.4±1.2
<i>Pycnosporus sanguineus</i> (FP- 103380-sp)	1.8±1.5	-1.7±0.3

Genelde OSB ve LVL de kahverengi çürüklük mantarı, beyaz çürüklük mantarından daha fazla ağırlık kaybına neden olmuştur. Her iki mantar da LVL ye, OSB ye verdiği zarardan daha az zarar vermiştir. Bu çalışmada bulunanlar ile OSB ve LVL nin dayanıklılığı konusunda ve bu yapısal malzemelerin korunma gereksinimlerini ve kullanılabilirliğini göstermede önemli bilgiler elde edilmiştir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, Dünya’ da henüz büyüme evresinde olan LVL’ nin Türkiye’ de üretilebilme imkanları ve teknolojik özellikleri araştırılmıştır.

LVL’ nin, benzer ahşap malzemelere nazaran hem estetik bakımdan hemde teknolojik özellikler bakımından daha iyi olduğu söylenebilir.

LVL üretim yatırımının yaklaşık 4 senede kendini amorti etmesi oldukça karlı bir yatırım olduğunu göstermektedir. Türkiye’ de ve konum itibariyle civar ülkelerde buna benzer bir yatırımın olmaması ve ürünün Dünya pazarına yeni girmiş olması nedeni ile yatırımın karlılık ihtimali güçlenmektedir. Ayrıca ülkemizin hemen hemen her bölgesinin deprem kuşağında olması itibarı ile ülkemizde ahşap bina yapımı gün geçtikçe kaçınılmaz olarak artmakta ve zamanla özellikle taşıyıcı ahşap yapı malzemelerine olan talep artış gösterecektir. Bu açıdanda böyle bir tesisin kurulması yararlı olacaktır.

Türkiye’de böyle bir yatırımın yapılması düşünüldüğü takdirde;

- 1- Tesisin kendini amorti etmesi için gereken sürenin uzamaması ve üretilen ürünün maliyetinin düşük olabilmesi açısından tesis, 3 vardiya olarak çalıştırılmalıdır.
- 2- Makine ve tesis seçimi, ürüne göre yerleştirme yapılması gerektiğinden bir bütün olarak düşünülmeli ve konusunda uzman olan firmalara önem verilmelidir. Farklı boyutlarda ürün elde edebilmek için sürekli presler tercih edilmelidir.
- 3- İşletmenin kuruluş ve işletme sırasında finans sorunları nedeniyle yavaşlaması engellenmelidir.
- 4- İhracat durumu sürekli araştırılmalı, yeni pazarlar bulmaya ağırlık verilmelidir.

- 5- LVL başlangıçta düşük fiyata satılarak ürüne olan talep arttırılabilir, ancak daha sonra fiyatının en az piyasadaki kontrplak fiyatı kadar olması daha uygun olacaktır.
- 6- Taşıyıcı LVL üretiminde, direnç/ağırlık oranı yapraklı ağaçlara göre daha yüksek olduğundan ağaç türü olarak çam, göknar ve ladin gibi iğne yapraklı ağaç odunları tercih edilmelidir.
- 7- Açık hava tesirlerine maruz kalacak yerlerde kullanılacak LVL' ler için gerekli koruma tedbirleri alınmalıdır.
- 8- LVL' nin teknolojik özellikleri üzerine etki eden kat sayısı, tutkal türü, ağaç türü ve kaplama kalınlığı gibi faktörler dikkate alınarak çeşitli kullanım yerlerinin ihtiyaçlarına göre üretim şartları ayarlanmalıdır.

Sonuç olarak; Türkiye'de bir LVL fabrikası kurulmasının oldukça uygun ve yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- ANONİM, 1997. *Wood Reference Handbook*. Canadian Wood Council, Ottawa, 562s.
- ANONİM 2004. *Plytec Kaplama Pah Açma Makineleri Kataloğu*. Rusya.
- ASTM D 5456 - 99a. *Evaluation of Structural Composite Lumber Products*. ASTM Standards. United States.
- BERKEL, A., 1963. *Ağaç Malzeme Bükme Tekniği ve Kullanılış Yerleri*. İ.Ü Orm. Fak. Dergisi, Seri B, cilt xiii, sayı 1.
- BOZKURT, Y., GÖKER, Y., 1986. *Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi*. İ.Ü Orm. Fak. Orman End. Müh. Bölümü.
- BOZKURT, Y., KURTOĞLU, A., 1979. *Yapıştırılmış Tabakalı Ağaç Malzemeler*. İ.Ü Orm. Fak. Dergisi, Seri B.
- BURDURLU, E., İLHAN, R., 1993. *Ağaç İşleri Endüstrisinde Fabrika Planlaması*. Hacettepe Üniv. Ankara.
- ÇOLAKOĞLU, G., 2000. *Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi Ders Notları*. K.T.Ü Orm. Fak. Orm. End. Müh. Bölümü. Trabzon.
- ÇOLAKOĞLU, G., ÇOLAK, S., AYDIN, İ., ve diğ. 2003. *Çam Kaplamalarından Melamin İlaveli Üre-Formaldehit Reçinesiyile Üretilen Lamine Edilmiş Tabakalı Malzemenin Bazı Teknolojik Özellikleri*. K.T.Ü Orm. Fak. Orman End. Müh. Bölümü. Trabzon.
- ÇOLAKOĞLU, G., ÇOLAK, S., AYDIN, İ., ve diğ. 2003. *Kayın LVL' sinin Mekanik Özelliklerinde Borik Asidin Etkisi*. K.T.Ü Orm. Fak. Orman End. Müh. Bölümü. Trabzon.
- DİE., 2004. *İmalat Sanayi İstatistikleri*. Devlet İstatistik Enstitüsü. 1997-2003, Ankara.
- DİE., 2004. *İthalat/İhracat İstatistikleri*. Devlet İstatistik Enstitüsü. 1997-2003, Ankara.
- DİE., 2003. *İnşaat İstatistikleri*. Devlet İstatistik Enstitüsü. 1995-2001. Ankara.
- DİE., 2004. *Genel Sanayi ve İşyerleri Sayımı-2002*, Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.
- DPT., 2000. *8. Beş Yıllık Kalkınma Planı*, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DURMUŞOĞLU, B. 1986. *Grup Teknolojisi İmalat Sistemi ve Bu Sistemin Tasarımına Yönelik Yeni Bir Metod*. Doktora Tezi. İTÜ Fen Bilimleri Ens. İstanbul.

- FLEISCHER, H.O., 1959. *Heating veneer logs, bolts and flitscher to be cut into veneer*. U.S. For. Prod. Lab. Rep. 2149. Madison/Wis. U.S.A.
- GÖKER, Y., 2003. *Ağaç Kaplama Levha Endüstrisi Ders Notları*. İ.Ü Orm. Fak. Orman End. Müh. Bölümü.
- GREEN, D., EVANS, J., 2002. *Effect of Low Relative Humidity on Properties of Structural Lumber Products*. Supervisory Mathematical Statistician. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison. www.fpl.fs.fed.us [Ziyaret tarihi: 14/03/2004]
- KESKİN, H., ATAR, M., KURT, R., 2003. *Lamine Edilmiş Sarıçam (Pinus Sylvestris L.) Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri*. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi 6 (1) 2003.
- KOBU, B., 1998. *Üretim Yönetimi*. İ.Ü İşletme Fakültesi. İşletme İktisadı Enstitüsü Araştırma ve Yardım Vakfı Yayın No: 04.
- LEE, J.N., TANG, R.C., and KAISERLIK, J.H., 1999. *Creep Behavior of Yellow-Poplar Laminated Veneer Lumber: Effect of Constant Relative Humidity*. Pacific Timber Engineering Conference, PTEC. Rotorua. New Zeland. Vol.3, p399-405. www.wpskorea.org [Ziyaret Tarihi: 23/03/2004]
- LEE, J.N., TANG, R.C., and KAISERLIK, J.H., 1999. *Bending properties of Yellow-Poplar laminated veneer lumber subjected to 1-year open-shed exposure*. Forest Products Journal. 49(7/8):64-70. www.degruyter.de [Ziyaret tarihi: 22/03/2004]
- MORATH, E., 1949. *Das Dampfen und Kochen in der furnier-und Sperrholzindustrie*. Holztechnik, BD. 29, No. 7 s. 129-134.
- NEUVONEN, E., SALMINEN, M., 1998. *Laminated Veneer Lumber*. Department of Forest Products Marketing. www.hochstrate.de/micha/finnland/reports/replvl.html[Ziyaret Tarihi: 10/02/2004]
- OGM, 2004. *İğne Yapraklı Ağaç Üretim Miktarları, 2004*. Orman Genel Müdürlüğü. Ankara.
- ÖRS, Y., KESKİN, H., 2002. *Lamine Edilmiş Masif Karaçam Odununun Bazı Teknolojik Özellikleri ve Kullanım İmkanları*. GÜ Fen Bilimleri Dergisi, Cilt: 15, No: 3, Ankara, 699-706s.
- ÖZEN, R., 1979. *Kaplama ve Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notu*. K.T.Ü Orm. Fak. Yayını.
- RAUTE Firması Makine ve Teçhizat Teklifleri, 2004. Finlandiya.
- REED, R., 1967. *Plant Location, Layout and Maintenance*, Irwin Inc., s. 19-29.

ROSEMARIE, B., CUNNINGHAM, K., *An Assessment of Market Opportunities for Alaskan Forest Product Exports*. Center for International Trade in Forest Products University of Washington. www.cintrafor.org [Ziyaret Tarihi: 16/03/2004]

SAN, P.H., TAHIR, P.M., 2000. Edgewise Bending Properties of Laminated Veneer Lumber: Effect of Veneer Thickness and Species. Faculty Of Forestry, Universiti Putra Malaysia, 43400, Serdang, Selangor. www.ind.usm.my [Ziyaret Tarihi: 09/03/2004]

SCHULER, A., ADAIR, C., 2003. *Engineered Wood Products – an Opportunity to “Grow the Pie” and Benefit from Globalization*. Forest Products Society. www.cfr.ncsu.edu [Ziyaret tarihi: 20/03/2004]

SCHULER, A., 2001. *Red Maple Project 2001*. Marketability of Hardwood LVL. www.northerninitiatives.com [Ziyaret tarihi: 20/03/2004]

SCHULER, A., ADAIR, C., 2000. *Engineered Wood Products-Production, Trade, Consumption and Outlook*. ECE/FAO Forest Products Annual Market Review, 199-2000. Chapter 11. www.unece.org [Ziyaret Tarihi: 15/06/2004]

ŞENAY, A., 1996. *Lamine Edilmiş Ağaç Malzemenin Teknolojik Özellikleri*. İ.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. İstanbul.

TAYLOR, R., 2000. *Wood Market Monthly*, Sept. 2000

TS 1250 (1974). *Ahşap Kaplama Levhaları*. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.

TS 1047 (1972). *Kontrablalar*. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.

TS 46 (1971). *Kontrplaklar*. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.

TS 3842 . *Yapıştırılmış Lamine Ahşap Yapı Elemanları*. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.

TS 2595. *Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini*. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.

ÜÇÜNCÜ, K., 1988. *Fabrika Planlaması Ders Notları*. K.T.Ü Orm. Fak. Orm. End. Müh. Bölümü.

VİNA, W., BARBARA, L., 2001. *Wood-Based Composites Exposed to Fungal Degradation: Laboratory Results*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI 53705, USA. www.irg-wp.com [Ziyaret Tarihi: 05/03/2004]

www.unece.org [Ziyaret Tarihi: 10/03/2004]

<http://caycumatso.tobb.org.tr> [Ziyaret Tarihi: 15/03/2004]

www.raute.fi [Ziyaret Tarihi: 14/05/2005]
www.forestprod.org [Ziyaret Tarihi: 15/05/2005]
www.glulam.org [Ziyaret Tarihi: 12/05/2005]
www.bartintso.org [Ziyaret Tarihi: 12/05/2005]
www.wpskorea.org [Ziyaret Tarihi: 23/03/2004]
www.cintrafor.org [Ziyaret Tarihi: 16/03/2004]
www.cfr.ncsu.edu [Ziyaret tarihi: 20/03/2004]
www.bayindirlik.gov.tr [Ziyaret Tarihi: 16/06/2005]
www.ilbank.gov.tr [Ziyaret Tarihi: 10/05/2005]

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Ankara Keçiören' de doğmuşum. İlköğrenimimi İstanbul Büyük Halkalı İlkokulu' nda, orta öğrenimimi Altınyıldız Ortaokulu' nda, lise öğrenimimi Mehmet Akif Ersoy Lisesi' nde tamamladıktan sonra, 2000 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü' nden bölüm birincisi olarak mezun oldum. Aynı yılda 2001 yılı sonuna kadar Biat Möble' de üretim bölümünde üretim amirliği yaptım. 2001-2002 eğitim yılında İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilimdalında yüksek lisans eğitimime başladım. Aynı zamanda 2004 yılına kadar Tırtıl Mühendislik ve Danışmanlık Şirketinde Sistem Uzman Yardımcısı olarak çalıştım. Şu anda Küçükçekmece' de Çilingir Ahşap Büro Mobilyaları firması' nda Üretim Planlama Mühendisi olarak çalışmaktayım.