

**ORMAN**  
**HASILAT BİLGİSİ**  
**DERS NOTLARI**

**Doç. Dr. H. Alptekin GÜNEL**

**1981**

**Bahçeköy- İstanbul**

## GİRİŞ

Orman ürünlerine duyulan ihtiyaç ve bu ihtiyacın, geliştirilen birçok ikame maddelerine rağmen, azalmadan devam etmesi, ormanların iyi düşünülmüş uzak görülü planlara göre işletilmesini zorunlu kılmaktadır. Artım ve büyüme olaylarının çok yönlü olarak tanınıp kavranması ve işletme amacını gerçekleştirecek şekilde denetimi sözü edilen nitelikteki planın düzenlenmesinde temel koşullardan biridir.

Artım ve büyüme ilişkilerinin bilinmesi yalnız yararlanmanın düzenlenmesi için değil, ekonomik birim olan orman işletmesinin ekonomik başarısını belirlemede de gereklidir. Bunun yanında, silvikültürel müdahaleleri yönlendirmek, aralamaların zaman ve şiddetini tayin etmek, ekonomik amaca uygunluğunu denetlemek bakımından da artım ve büyüme ilişkilerinin bilinmesine ihtiyaç vardır.

Bu kısa açıklamaların ortaya koymaya çalıştığı gibi, teknik ve ekonomik nitelikteki ormancılık faaliyetlerinin yönlendirilmesi için gerekli olan artım ve büyüme ilişkilerinin bütün yönleri ile araştırılıp ortaya konması önemli bir görevdir ve bu görevi Orman Hasılat Bilgisi üzerine almıştır.

Ormancılıkta, artım ve büyüme olayı ağaç ve meşcere üzerinde araştırılmaktadır. Büyüme, herşeyden önce bir zaman içinde gerçekleşir. Bu nedenle, zaman (ve ya yaş) büyüme olayının önemli bir ögesidir. Zamanın yanında, ağaç türü, meşcere orijini, yapısı, yetiştirme ortamı, geçmişte yapılmış ve bugün yapılmakta olan kültürel ve silvikültürel müdahaleler artım ve büyümeyi etkileyen diğer temel faktörlerdir. Orman Hasılat Bilgisi, yukarıda sözü edilen bu temel faktörlerin çeşitli kombinasyonlarına göre ağaç ve meşcerelerin oluşturdukları artım ve büyümenin zaman içindeki değişimini etkileyen, faktör ve faktör kombinasyonlarının artım ve büyüme üzerindeki etkilerini araştırarak, artım ve büyümenin kanuniyetlerini ortaya koymaya çalışan bir ormancılık disiplindir.

Ağaç ve meşceredeki büyüme olayı fiziksel veya ekonomik açıdan ele alınabilir. Fiziksel büyümenin belirlenmesi ekonomik gelişmenin tayini için gerekli olduğu gibi, gelecekteki ekonomik koşulların ne olacağını takdire gerek göstermediğinden nispeten daha kolaydır. Bu nedenle, artım ve büyümenin ekonomik kriterlere göre araştırılması ancak son zamanlarda belirgin bir istek olarak kendini göstermektedir.

Orman ürünü denilince, bunu yalnız odun hammaddesi olarak düşünmek günümüzde isabetli olamaz. Ormanın çok değişik işlevleri ve bu işlevlerin önem sırasının yerel koşullara göre değişebilmesi karşısında, orman hasılat bilgisinin konusunun yalnız odun hammaddesi olduğunu düşünmek bu disiplinin çalışma sınırlarını kısıtlamak olur. Bununla birlikte bugüne kadar yürütülen hasılat çalışmalarının odun hammaddesi üzerinde yoğunlaşmış olması artım ve büyüme esaslarının bu hammadde için tartışılabilmesine imkân vermektedir. Odun hammaddesi meşcere ve ormandaki gelişmenin, çok önemli de olsa, sadece bir ögesidir. Gelişen teknoloji ile ormanda büyüyen her türlü organik maddeyi değerlendirebilme imkânı ortaya çıkmıştır. Ayrıca, insanoğlunun karşılaştığı enerji kıtlığı, bizleri her türlü organik maddeden en yüksek düzeyde kullanmaya zorlamaktadır. Bu zorunluluk, meşcerayı yalnız “ ağaçlardan oluşan toplum” değil, birçok canlıyı içeren organik bir varlık, bir “Biyomas” olarak ele almaya itmektedir. Bu biyomas anlayışının Orman Hasılat Bilgisinin kavram ve araştırma yöntemlerinde de yeni gelişmelere yol açması doğaldır ve araştırmacılar bu çaba içindedirler.

Yukarıda işaret edildiği gibi, bugüne kadar yapılan hasılat çalışmaları, artım ve büyümenin, büyümenin temel faktörlerine bağlı olarak zaman içindeki tayinini araştırmışlardır. Bu araştırmaların amacı, ormancıya istenilen nitelikteki üründen en yüksek miktarda ve devamlı olarak elde edebilmek için ağaç ve meşcereye uygulanacak esasları tespit ederek ormancıya vermektedir. Ormancı, bu esaslar aracılığıyla uygulamayı düzenleyecek, devamlı ve ekonomik ormancılık faaliyetlerini kararlaştıracaktır.

Daha öncede değinildiği gibi, ağaç ve meşcerede zamanla ortaya çıkan büyüme, ağaç türü, yetişme ortamı ve uygulanan kültürel ve silvikültürel müdahaleler olmak üzere üç faktöre göre araştırılmaktadır.

### **1. Ağaç türü**

Her ağaç türünün genetik özellikleri ve buna bağlı olarak “potansiyel büyüme kavramı” diğer türlerden belirgin bir şekilde farklılık gösterebilmektedir. Bu farklılık aynı türün ırk, varyete ve formları arasında da önemli boyutlara ulaşabilmektedir. Bu nedenle, özellikle yapay gençleştirmelerde, tür kavramı ile yetinilmemekte, varyete veya formun üstün nitelikteki bireylerinden tohumlar toplamak, aşılama veya çelikle yetiştirmek suretiyle tür ıslahı yoluna gidilmektedir. Ayrıca, tohum kaynaklı hızlı gelişen türler üzerinde de durularak meşcere verimi yükseltilmeye çalışılmaktadır.

Burada işaret etmek gerekir ki, bir türün yüksek büyüme potansiyeline sahip olması o türün seçimi için yeterli bir neden değildir. O türün yerel doğal koşullara ne düzeyde uyum gösterebileceği de önemle göz önünde tutulmalıdır. Örneğin, çamlar zengin topraklarda derine giden kök yapmamaktadır. Bu yüzden, böyle toprakların bulunduğu yerlere çam getirirken o yerde ani ve şiddetli rüzgârların bulunup bulunmadığına, kar birikmelerinin olup olmadığına dikkat edilmelidir. Zira zengin topraklarda iyi büyüme yapan çamlar bu topraklarda derin kök yapmadıklarından bir müddet sonra şiddetli rüzgârların etkisiyle devrilerek o zamana kadar yapılan emek ve para sarfı ile geleceğe dönük beklentilerimizi tamamen yok edebilmektedir. Kayın yetişme bölgelerinden getirilen karaçamların akıbeti bu dikkatsizliğin tipik örneklerindedir. Böylece, bir türün yerel koşullara göstereceği uyum düzeyi de tür seçiminde dikkate alınması gereken diğer bir kriter olmaktadır.

### **2. Yetişme ortamı**

Ormancılığın konusu olan ağaçlar, toprak ile onu çevreleyen atmosferden oluşan bir ortam içinde var olur ve gelişirler. Bu büyüme ortamının özelliklerinin tayini ve bu özelliklerle canlıların var oluşu ve gelişmeleri arasındaki ilişkinin incelenmesi Ekoloji bilim dalını konusudur. Orman Hasılat Bilgisi, Ekoloji bilim dalının ortaya koyduğu bilgilerden yararlanarak kendi çalışmalarını yürütmektedir. Ekoloji yetişme ortamının tanımını yapmakta, Hasılat Bilgisi özellikleri belirlenen ortamdaki ağaç ve meşcerelerin artım ve büyümeleri ile ortamın özellikleri arasındaki bağlantıyı ortaya koymaya çalışmaktadır.

### **3. Kültürel ve silvikültürel müdahaleler**

Tek ağaç ve meşceredeki artım ve büyümeyi belirleyen üçüncü ana faktör meşcereye yapılan teknik müdahalelerdir. Söz konusu müdahaleler;

- a) Ağaç üzerinde yoğunlaşan silvikültürel müdahaleler
- b) Yetişme ortamı üzerinde yoğunlaşan kültürel müdahaleler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Silvikültürel müdahaleler ağacın meşçereye gelmesini ve meşçere içinde kalıp kalmaması ile meşçere içindeki yerini belirleyen müdahalelerdir. Örneğin, uygulanan bakım kesimleri ile meşçere içindeki bir ağacın işgal alanı büyütülebilir veya ağaç kesilerek meşçereden uzaklaştırılabilir. Kültürel müdahaleler ise gübreleme, drenaj kanalları açma veya sulama, toprağı işleme gibi uygulamalardır. Bu müdahalelerin amacı yetiştirme ortamının eksikliklerini tamamlamak veya olumsuz etkisi olan fazlalıklarını ortadan kaldırmaktır. Ağaç veya meşçereden elde edilecek hasılat söz konusu olunca yukarıdaki faktörlere kesim ve nakliyat tekniklerinin de eklenmesi gerekir.

Orman Hasılatı Bilgisi yukarıda sözü edilen üç ana faktörün en iyi kombinasyonlarını bularak ormancıya istenilen ürünü en yüksek düzeyde devamlı olarak sağlamanın yollarını göstermeyi amaç edinmiştir. Ancak, ormanların geniş alanlara yayılmış olması, üretim süresinin uzunluğu, yangın, böcek tasallutu, rüzgar devirmeleri gibi tehlikelere açık oluşu gibi bilinen özellikleri yanında, yetiştirme ortamı özelliklerinin kendi aralarındaki çok sıkı bağımlılığı nedenleri ile yukarıda sözü edilen nitelikteki kombinasyonları ortaya konması ciddi zorluklar arz etmektedir.

Türkiye'deki orman hasılat çalışmalarının, özellikle Orta Avrupa ülkelerine nazaran, çok sonraları başlamış olması, Türk ormancısının ihtiyaç duyduğu hasılat ile ilgili sonuçların istenilen kapsama ulaşmasını engellemiştir. Ayrıca, orman hasılatı konusu ile uğraşan kurumların azlığı ve personel kıtlığı bu konudaki diğer bir kısıtlayıcı faktördür. Bununla birlikte, söz konusu kısıtlamalara rağmen, sayıca az fakat nitelik bakımından yüksek araştırmalar gerçekleştirilmemiş değildir. Özellikle, altı ağaç türü için yapılan hasılat araştırmaları yeri gelince daha ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

### **Orman Hasılat Bilgisinin Ormancılık Bilimindeki Yeri**

Orman Hasılat Bilgisinin diğer ormancılık disiplinleri ile olan ilişkisini belirlemede Assmann'dan alınmış olan şemadan yararlanılacaktır. Şemaya göre, Orman Hasılat Bilgisi temel bilimler grubunda yer almakta, Ana bilimler grubuna giren Toprak, Botanik, Matematik, İstatistik ve Meteoroloji bilimlerinden bilgi sağlamaktadır. Orman Hasılat Bilgisinin bilgi aldığı ve Temel Bilimler grubuna dahil Ormancılık disiplinleri ekoloji ve Bitki Fizyolojisidir.

Orman Hasılat Bilgisinin bilgi verdiği bilim dalları ise Silvikültür, Orman Amenajmanı ve Ormancılık Ekonomisidir.

Orman Hasılat Bilgisi, hangi koşullarda istenilen üründen en yüksek miktarda elde edebileceğini ortaya koymakla Silvikültüre yol göstermekte, silvikültürün çalışmalarının amacını belirlemektedir. Benzer şekilde, Orman Amenajmanı, Orman Hasılat Bilgisinin ortaya koyduğu bilgilerin ışığında, optimal kuruluşa ulaşmada izlenecek yararlanma düzenini kendi yöntemleri ile tayin edecektir. Orman Hasılat Bilgisinin verileri, orman işletmesinin ekonomik başarısını denetlemede ve yönlendirmede kullanılmakta, işletmenin ekonomik planlanmasına yardımcı olmaktadır.

### **Orman Hasılat Bilgisi ile İlgili Bazı Kavramlar**

Bu kısımda Orman Hasılat Bilgisinde kullanılan bazı kavramlar tartışılacaktır. Bu kavramlar şunlardır: Büyüme, artım yüzdesi, asli ve ara meşçere, hasılat ve çeşitleri.

**Büyüme:** Bir organizmanın veya sistemin, zaman içinde, boyutlarında görülen gelişmedir. Biyolojik büyümede temel özellik, oluşan kısımların hiç değilse bir parçasının, gene büyüme yeteneğinde olmasıdır.

**Artım:** Nispeten kısa zaman devresi içinde gerçekleşen büyümedir. Ormancılıkta bu güne kadar daha çok ağaç ve meşcerenin toprak üstünde kalan kısımlarındaki artış ve büyümeye ilgi duyulmuştur. Büyüme fiziksel, ekonomik veya biyolojik bir olay olarak ele alınabilir.

### **Artım Çeşitleri**

Artım, en genel şekli ile devre sonu değeri ile devre başı değeri arasındaki fark ve devre uzunluğuna göre hesaplanmaktadır. Söz konusu devrenin uzunluğuna ve hesap şekline bağlı olarak, artım iki genel gruba ayrılmaktadır. A) Cari Artım, B) Ortalama Artım.

**A. Cari Artım:** Hesap devresi sonu ile hesap devresi başı büyüklüklerinin farkı olarak hesaplanmaktadır. Bu hesap devresinin uzunluğuna göre cari artım,

- Yıllık cari artım veya yıllık artım,
- Periyodik artım,
- Genel artım

olarak üçe ayrılmaktadır.

Yıllık artım; bir yıl içinde meydana gelen artımdır.

Periyodik artım; birkaç yıldan oluşan bir devre içinde ortaya çıkan artımdır.

Genel artım ise ağacın çimlenmesinden ölçme gününe kadar gerçekleşen toplam artımdır ki buna büyüme de denilmektedir.

**B. Ortalama Artım:** Cari artımın periyot yılı sayısına bölünmesiyle bulunan artımdır. İki çeşidi söz konusudur.

- Periyodik ortalama artım; periyodik cari artımın periyot yılları sayısına bölünmesi ile elde edilir.
- Genel ortalama artım; genel artımın (ölçme tarihindeki) yaşa bölünmesiyle bulunur.

Artım, hangi eleman tarafından oluşturulmuşsa ona göre isimlendirilir. Örneğin, boy artımı, çap artımı veya hacim artımı gibi. Bu artımlar ağaca ait olabileceği gibi meşcere tarafından da yapılmış olabilir.

Tek ağacın cari veya ortalama artımları devre sonu ve devre başı büyüklüklerine göre bulunurken, meşcere artımı söz konusu olduğunda, devre içindeki ölüm ve kesimlerle meşcereden çıkarılan veya daha önce ölçme çapında değilken ölçme çapına ulaşan ağaçlar olabileceğinden, hesap şekli farklılık göstermektedir. Örneğin eşit yaşlı meşcerelerde sözü edilen uzaklaşmalar veya katılmalar nedeniyle, meşcere orta boyu artımı yalnız gerçek artım miktarını değil, kesimlerle daha çok mağlup ağaçların çıkarılmasının etkisini de içermektedir. Bu etkinin oranı hesap devresinin uzunluğuna, yapılan kesimlerin şiddetine göre değişir.

Ağaç ve meşcerede artım tayin yöntemleri Dendrometri dersinde öğretildiğinden burada tekrarlanmayacaktır.

**Artım Yüzdesi:** Artım miktarının kendisini meydana getiren büyüklüğe oranıdır. Büyüme enerjisi göstergesi olarak kullanılmaktadır. Unutmamak gerekir ki, daha yüksek bir artım yüzdesi, daha büyük mutlak bir artım anlamına gelmez. Örneğin, yüz birim olarak ifade edeceğimiz büyüklük devre içinde 15 birim artım yapmışsa artım yüzdesi 15'tir. Buna karşın, 50 birim büyüklüğü 10 birim artım yapmışsa artım yüzdesi 20'dir. Artım yüzdesi hesabı, artımın devre başı büyüklüğüne, devre ortası veya devre sonu büyüklüğüne oranlanması suretiyle yapılabilmektedir.

Artım yüzdesi de boy, çap, hacim vb. için kullanılabilir.

**Asli Meşcere:** Meşcerede uygulanan aralama kesimlerinden sonra meşcerede bırakılan ağaçlar topluluğudur.

**Ara Meşcere:** Bakım kesimleriyle meşcereden uzaklaştırılan ağaçlardır. Bu ağaçların miktarı uygulanan kesimlerin şiddetine bağlı olduğundan ara meşcere için, gerçek anlamda bir artımdan dolayısıyla büyümeden söz edilemez.

**Genel Meşcere:** Ölçme tarihine kadar meşcereden çıkarılan ağaçlarla, ölçme tarihindeki asli meşceredeki ağaçların toplamıdır.

**Hasılat:** Kesimlerle elde edilen ürün miktarıdır. Ürünün elde edildiği meşcereye göre; Asli meşcere hasılatı, Ara meşcere hasılatı ve Genel hasılat olmak üzere üç çeşit hasılat vardır. Genel hasılat asli veya ara meşcere hasılatları toplamıdır.

Hasılat hacim olarak ifade edildiği gibi, ağırlık olarak veya para cinsinden de ifade edilebilir.

**Vejetasyon (Büyüme) Devresi:** Bir yıl içinde artımın başlangıç ve duruş tarihleri arasındaki devredir. Vejetasyon devresi uzunluğu, coğrafi enleme, denizden yüksekliğe, bakıya göre değişebilmektedir.

**Bonitet:** Bir meşcerenin verim gücü ölçüsüdür. İyi bonitet yüksek verim, kötü bonitet düşük verim anlamına gelir.

# BÖLÜM I

## 1. Büyüme ile İlgili Genel Bilgiler

Ağacın gelişmesi meristem dokusunun faaliyete geçmesiyle başlamaktadır. Boyuna uzamanlar apikalmeristem hücrelerinin, kalınlaşma ise vasküler meristem hücrelerinin bölünme, uzama, farklılaşma ve olgunlaşmaları sonunda değişmez dokular haline gelmesi ile gerçekleşmektedir. Boy ve çapta olan bu artmalar sonunda ağaçta hacim artımı ortaya çıkmaktadır.

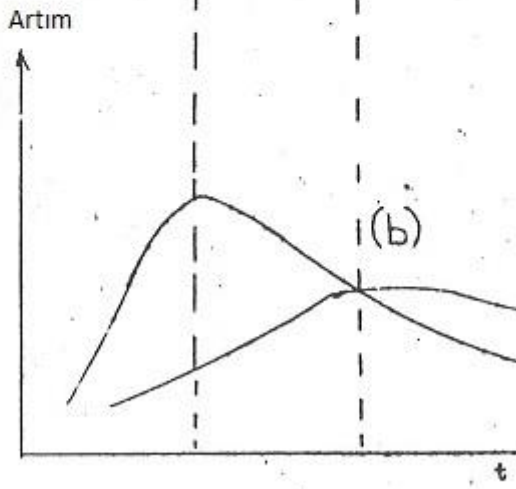
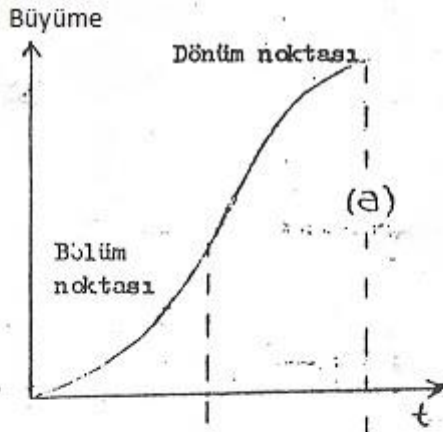
Ilıman iklim kuşağındaki bitkilerde büyüme, yılın tamamında değil, büyüme devresi denilen devre içinde oluşmaktadır. Büyümenin başlayış ve duruşu yetiştirme ortamı özellikleri ile ağacın irsel yeteneklerinin ortaklaşa etkilerine bağlıdır. Söz konusu bu ortak etki son derece karışıktır, bu nedenle de, özellikle çok yıllık bitkilerde büyüme olayının tam olarak kavranmasını engellemektedir.

Diğer bitkilerde olduğu gibi ağaçta da canlı hücrelerin hayatiyetlerini devam ettirme ve büyüme yapabilmeleri için su, nitrojen bileşikleri, mineral tuzlar, hormonal büyüme düzenleyicileri, vitaminler ve diğer benzeri maddelere ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaçların bir kısmı organizma dışından giderilir, diğer bir kısmı ise organizma tarafından oluşturulur. Vejetatif ve üreme dokularının faaliyetleri kök ve tepe arasındaki yakın işbirliği ile denetim altında tutulur. Su ve mineral maddeler köklerden alınarak tepeye ulaştırılır. Protein sentezinde köklerin önemli rolleri vardır. Tepe ise, ihtiva ettiği yeşil yapraklar sayesinde karbonhidratları oluşturarak diğer faaliyetlerin devamını sağlar.

Yeni odun yapımı için gerekli olan hammadde ve enerji, esas itibarıyla CO<sub>2</sub> indirgenmesi ile elde edildiğinden, fotosenteze ağaçta temel fizyolojik olay olarak bakılmaktadır. Nispi fotosentez miktarı ( Fotosentezle meydana getirilen besin maddesinin solunuma oranı) hava sıcaklığı, ışık şiddeti ve havadaki CO<sub>2</sub> miktarına bağlıdır. Hava sıcaklığının artması solunumu yükseltmekte, belirli bir düzeye kadar artan ışık şiddeti ise fotosentezi hızlandırmaktadır. Sabit bir sıcaklık ve ışık şiddeti için havadaki CO<sub>2</sub> oranının artması fotosentezi yükseltmektedir. Böylece, bitkiyi çevreleyen atmosferdeki CO<sub>2</sub> oranını yükseltici tedbirler bitkinin gelişimini de yükseltecektir.

Büyümenin miktarı ve şekli türler arasında belirgin olarak farklıdır. Bu farklılık genetik kontrolün sonucu olduğu gibi, morfolojik farklılıklardan da ileri gelebilir. Örneğin derin köklü türlerde su ilişkisinin daha iyi olması nedeniyle, kuraklığa dayanıklılık sathi köklere nazaran daha fazladır.

Ağaçlardan oluşmakla beraber, meşcerelerin artım ve büyümeleri münferit ağaçlarınkine paralel değildir. Rekabet ve genetik yeteneklerinin farklılığı meşceredeki ağaçların farklı gelişmelerine neden olmakta, bu rekabette geri kalan fertlerle, genetik olarak nitelenecek nedenler yüzünden sağlığını yitiren fertler meşcereden uzaklaşmaktadır. Meşcereden uzaklaşan her ağaç komşularına daha çok büyüme ortamı bıraktığından, onların büyüme hızlarını yükseltmektedirler. Bu durum rekabetin yeniden şiddetlenmesine kadar devam edecektir. Böylece, meşcerede herhangi bir anda mevcut servet tek ağacın aksine, o zaman kadar oluşan hacim olmamaktadır.



Şekil 1. a) Büyüme eğrisi.  
b) Artım eğrisi.

Yukarıda kısaca değinilen hususlar dikkate alındığında, büyüme ve artım olaylarının bir veya birkaç etkenin denetimi altında ortaya çıkan basit olaylar olmadığı anlaşılmaktadır. Bu yüzden artım ve büyüme ilişkilerinin ayrıntılı olarak açıklanması, bugünkü bilgi düzeyimizde beklenmemelidir. Bununla birlikte artım ve büyümenin genel özellikleri ve çeşitli faktörlerle olan bağlantıları doyurucu şekilde ortaya çıkarılabilmektedir.

## 1.2. Artım ve Büyüme Eğrileri

Büyüme yeteneğindeki bir organizmanın çeşitli zamanlardaki büyüklükleri yaşa göre koordinat eksenine taşınması ile elde edilen eğrilere büyüme eğrileri denilmektedir. Benzer şekilde, çeşitli devrelerdeki artım değerinin bu devrelere göre koordinat eksenlerinde işaretlenmesiyle artım eğrileri elde edilmektedir.

Büyüme eğrileri yığılmalı artım eğrilerinden başka bir şey değildir (Şekil 1).

Artım ve büyümenin çok sayıda ve denetim dışı kalabilen faktörlerin bir sonucu olarak ortaya çıkması, irsel yetenek, yaş, yetişme ortamı vb. gibi ana faktörler bakımından benzerlik gösteren bireylerde dahi aynı yaşa veya devreye ait artım ve büyüme değerlerinin eşit olmasını

engellemektedir. Bununla beraber artım ve büyüme eğrilerinin genel nitelikleri aynı olup, büyüme eğrileri S eğrisi (sigmod) artım eğrileri ise önce yükselen, bir azamiye ulaştıktan sonra azalmaya başlayan eğriler tipine uymaktadırlar.

Büyüme eğrisinde başlıca üç kısım ayırt edilmektedir.

- X eksenine göre içbükey olan ilk kısım, organizmanın gençlik dönemindeki büyümesini temsil etmektedir. Bu devrede, büyüme önce yavaş sonra hızlanan bir tempo göstermektedir.
- Büyüme eğrisinin orta bölümünde yer alan ikinci kısım orta yaşlılık devresine eşit olup daha çok doğrusal denebilecek bir değişim göstermektedir. Bu durum orta yaşlılık devresinde büyümenin aynı hızda devam etmesinden ileri gelmektedir. Bununla birlikte, eğri bu devrede bir büküm noktasına sahiptir. Büyüme eğrilerinde tek bir büküm noktası vardır.



- Yaşlılık devresinin büyümesini temsil eden eğri kısmı eğrinin üst tarafında yer almaktadır. Bu devreye ait eğri X eksenine göre dışbükey olup büyüme hızı yavaşlamıştır ve eğri bir üst değere doğru yaklaşmaktadır.

Artım eğrileri ise, yukarıda değinildiği gibi önce yavaş sonra hızlı yükselmekte, bir azamiye ulaştıktan sonra yükseliş hızına kıyasla daha düşük bir hızla azalmaya başlamaktadır. Artım eğrilerinde bir tek azami nokta vardır. Artım eğrileri cari ve genel ortalama artımlar için çizilmektedirler (Şekil 1).

Artım büyümenin birim kabul edilen zamandaki değişim olduğuna göre, artım eğrileri ile büyüme eğrileri arasında tam bir bağımlılık vardır. Birinden diğerini elde etmek mümkündür (Şekil 1).

Büyüme ve artım eğrilerini yaşın bir fonksiyonu olarak ifade edebiliriz. Bu durumda artım, büyüme fonksiyonunun birinci türevi olacaktır. Artımın azami olduğu yaş büyüme fonksiyonunun birinci türevini sıfır, ikinci türevini negatif yapan yaştır. Bu yaşta büyüme eğrisi büküm noktasına gelmiştir. Büyüme fonksiyonunun birinci ve ikinci türevlerinin sıfır olduğu yaşta büyüme eğrisi dönüm noktasına ulaşmış olacaktır.

### 1.3. Cari Artımla Genel Ortalama Artım Arasındaki İlişki

Cari ve genel ortalama artıma ilişkin eğriler ve matematik işlemlerin sonucu birleştirilerek, her iki artım arasında şu ilişkilerin olduğu görülür.

1. Cari artım ve genel ortalama artımlar birer azamiden geçerler.
2. Cari artım genel ortalama artımdan daha önce azamiye ulaşır.
3. Genel ortalama artım azami olduğu zaman cari artıma eşittir.
4. Genel ortalama artım azamiye ulaşmadan önce cari artımdan küçük, ulaştıktan sonra cari artımdan büyüktür.
5. Cari artımın yükseliş ve azalış hızı genel ortalama artımın yükseliş ve azalış hızından fazladır.

### 1.4. Artım ve Büyüme Eğrilerinin Matematik İfadeleri

Artım ve büyüme eğrilerinin genel şekillerindeki değişmezlik karşısında, bu şekillerin matematik bir ifadeyle temsil edilebilecekleri, böylece eğrileri daha objektif ve yoruma açık hale getirilebilecekleri ileri sürülmüş, böylece çok değişik artım ve büyüme modelleri ortaya konmuştur. Burada sözü edilecek modeller şunlardır;

- Lojistik (otokatalik) model,
- Monomoleküler model,
- Gompertz modeli,
- Von Bortalanffy modeli

#### 1.4.1. Lojistik (Otokatalik) Model

Lojistik modelde, herhangi bir yaştaki artım miktarı o yaşa kadar ulaşılmış büyüklük ve büyüme olanaklarının henüz kullanılmamış kısmı ile orantılı kabul edilmektedir. Büyüme olanaklarının kullanılmamış kısmı,  $Y_{\max}$  = Organizmanın alabileceği azami büyüklük,  $Y_t = t$  yaşındaki organizmanın büyüklüğü olmak üzere,

$$(Y_{\max} - Y_t) / Y_{\max}$$

oranı ile temsil edilmektedir. Buna göre lojistik modelin artım ifadesi aşağıdaki şekildedir.

$$(dy/dt) = m Y_t (Y_{max} - Y_t) / Y_{max}$$

Denklemdaki (m) katsayısına “ potansiyel artım katsayısı” denilmektedir. Başlangıçta  $Y_t$  değeri çok küçük olacağından, potansiyel artım büyük oranda gerçekleşecektir.  $Y_t$  yükseldikçe (  $Y_{max} - Y_t$  ) farkı azalacağından büyüme hızı da buna bağlı olarak yavaşlayacaktır. Çok ileri yaşlarda ise artım tamamen duracaktır.

Yukarıdaki artım ifadesinin entegrasyonu ile lojistik büyüme fonksiyonu elde edilir.

$$Y_t = Y_{max} / (1 + e^{(-a(t-t_0))})$$

Son eşitlikte  $t$  = yaş,  $t_0$  = başlangıç yaşı,  $a = m \times Y_{max}$  'ı göstermektedir.

Lojistik modelde, canlı (  $Y_{max}/2$  ) büyüklüğüne ulaştığı yaşta, artımı da azami olmaktadır. Büyüme fonksiyonunda artımın azami olduğu yere büküm noktası denildiğini biliyoruz. Lojistik fonksiyon büküm noktasına göre simetrik. Bunun anlamı, büyümeye karşı gösterilen çevre direncinin, büküm noktasına göre genç ve ileri yaşlarda aynı olduğudur. Bu varsayım biyolojik gerçeğe uymamaktadır. Bu yüzden lojistik modeli iyileştirecek düzeltmeler yapılmış, böylece değişik lojistik fonksiyon ifadeleri ileri sürülmüştür. Burada lojistik fonksiyon konusunda daha ileri ayrıntıya girilmeyecektir.

Yukarıdaki büyüme fonksiyonunda gerekli işlemler yapıldıktan sonra  $a$  katsayısı için;

$$a = \frac{\ln Y_t - \ln(Y_{max} - Y_t)}{(t - t_0)}$$

denklemini elde edilir.  $Y_{max}$  değeri biliniyorsa  $a$  katsayısı dolayısıyla potansiyel artım katsayısı (m) hesaplanabilmektedir. (  $\ln$  = logaritmanın e tabanına göre alındığını göstermektedir.)

#### 1.4.2. Monomoleküler Model ve Mitscherlich Kanunu

Monomoleküler modelde, artım doğrudan (  $Y_{max} - Y_t$  ) farkı ile orantılı kabul edilmektedir.

$$dY/dt = k ( Y_{max} - Y_t )$$

$k$  = büyüme katsayısı,  $t$  = yaş

Bu artım ifadesinin entegrasyonu ile  $t$  yaşındaki büyüme değerini veren büyüme fonksiyonu elde edilir.

$$Y_t = Y_{max} ( 1 - (c/Y_{max}) e^{(-k \times t)} )$$

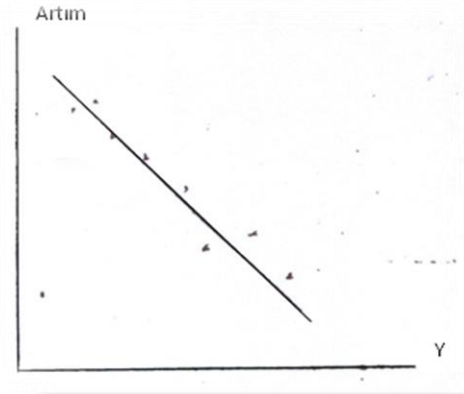
$c$  = entegral katsayısı, (  $c/Y_{max}$  ) sabit bir terim olduğundan yerine (b) konarak

$$Y_t = Y_{max} ( 1 - b \times e^{(-k \times t)} )$$

monomoleküler modelin genel ifadesi bulunmuş olur.

Monomoleküler fonksiyonda büküm noktası yoktur. Artım ile bunu meydana getiren büyüklük arasındaki ilişki bir doğru şeklindedir ( Şekil 2). Monomoleküler modelde, azami büyüklük yerine büyümeyi sağlayıcı bir faktörün azami değeri alınarak Mitscherlich kanununun matematik ifadesi elde edilmiştir. Mitscherlich kanunu azalan verim kanununun diğer adıdır. Denklemdaki (k) katsayısına “ etkinlik katsayısı” denilmektedir.

Mitscherlich kanununun uygulamadaki yetersizliğini gidermek amacıyla ifade üzerinde bazı değişiklikler yapılmıştır. Örneğin, yaş yerine bir ferдин gelişmesine uygun çevre değeri (U) alınmıştır. Birim alandaki verim söz konusu olduğunda (U) yerine sıklığın alınması önerilmiştir.



Şekil 2. Monomoleküler Modelin Artım ve Büyüme Eğrileri

Monomoleküler model de, lojistik model gibi, sabit bir genel verim varsayımına dayanmaktadır. Böyle bir varsayım modelin kabulü aksine, (k) katsayısının zamana bağlı bir değişken olmasını gerektirir. Ayrıca modelde, bireyler arasındaki rekabetin bütün bir ömür boyu aynı şiddette devam ettiği kabul edilmektedir ki bu varsayımda gerçekte bağdaşmamaktadır. Monomoleküler model, daha çok kısa zaman devreleri için başarılı olabilmıştır.

### 1.4.3. Gompertz Modeli

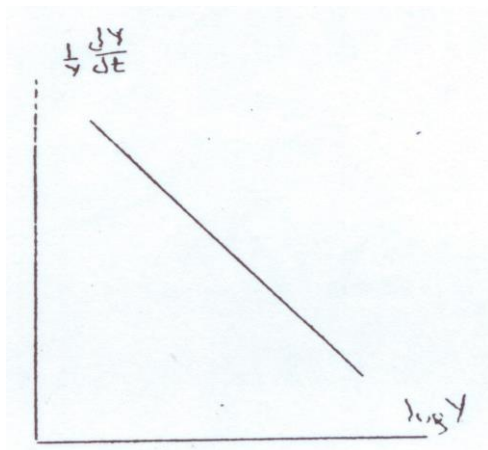
Gompertz modelinde artım, bugüne kadar ulaşılan büyüklük ve  $( Y_{max} - Y_t )$  oranının logaritması ile orantılı kabul edilmektedir.

$$dY/ dt = k \times Y_t ( \log Y_{max} - \log Y_t )$$

Artım denkleminin entegrasyonu büyüme ifadesini verecektir.

$$Y_t = Y_{max} \times e^{(-b \times e^{(-k \times t)})}$$

Gompertz modeli büküm noktasına organizma  $Y_b = Y_{max} / e$  ( e = Euler katsayısı) ulaştığı yaşta varmış olur. Gompertz modeli büküm noktasına göre simetrik değildir. Birim artım ile  $\log Y_t$  arasındaki ilişki azalan bir doğru şeklindedir ( Şekil 3).



Şekil 3. Gompertz Modelinin Artım ve Büyüme Eğrileri

### 1.4.4. Von Bertalanffy Modeli

Canlı, bir taraftan canlılığını devam ettirmek için büyüme ve çoğalmasını sağlayacak maddeleri çeşitli şekilde üretirken bir yanda da bu ürettiği maddeleri tüketmektedir. Büyüme, anabolik ve katabolik faaliyetler denilen bu iki zıt yönlü faaliyetlerin farkına göre gerçekleşmektedir. Madde üretimi diyebileceğimiz anabolik

faaliyet canlıının bugüne kadar gerçekleştirdiği büyüme miktarı ile üssel, madde tüketimi diyebileceğimiz katabolik faaliyet ise canlıının bugün kü büyüklüğü ile birinci dereceden bir ilişki ile temsil edilebilmektedir. Böylece, canlıının yaptığı artım için;

$$dy/dt = hY_t^{2/3} - kY_t$$

eşitliğini yazabiliriz. Elde edilen denklem, V. Bertalanffy modelinin artım ifadesidir. Ancak, anabolik faaliyeti temsil için üs değerinin (2/3) alınması kısıtlayıcı bir kabul olmaktadır. Bu nedenle (2/3) yerine daha genel olarak (m) yazılarak V. Bertalanffy modelinin genelleştirilmiş ifadesi bulunur.

$$dy/dt = hY_t^m - kY_t$$

Bu son eşitlik, Bernouilli tipi diferansiyel denkleminin uymaktadır. m'nin 0 ve 1 olmayan değerleri için, bu denklemin entegrasyonu V. Bertalanffy modelinin büyüme denklemini verecektir.

$$Y_t^{(1-m)} = \left( \frac{h}{k} - \left( \frac{h}{k} - Y_0^{(1-m)} \right) e^{-(1-m)k \times t} \right)^{1/(1-m)}$$

Yukarıdaki denklemlerde h = anabolik faaliyet katsayısı, k = katabolik faaliyet katsayısını temsil etmektedirler.

$(h/k)^{1/(1-m)}$  ifadesi organizmanın azami büyüklüğünü ( $Y_{max}$ 'u) vermektedir.

Gerçekte, daha önce görülen üç model genelleştirilmiş V. Bertalanffy modelinin özel halleridir. m = 0 alınacak olursa, monomoleküler büyüme fonksiyonu, m = 2 alınacak olursa lojistik büyüme fonksiyonu, m = 1 alınacak olursa Gompertz büyüme fonksiyonu elde edilmektedir.

Genelleştirilmiş V. Bertalanffy modelinin çeşitli m değerleri için değişim Şekil 4'te gösterilmiştir. Buna göre, V. Bertalanffy modeli tek bir eğri değil eğriler modeli olmaktadır.

Genelleştirilmiş V. Bertalanffy modelinde, azami artım değeri

$$(dy/dt)_{max} = (1 - m)kY_{max} \times m^{m/(1-m)}$$

Eşitliğinden hesaplanmaktadır. Azami artımın gerçekleştiği yaştaki büyüme değeri ise;

$$Y_b = Y_{max} \times m^{1/(1-m)}$$

eşitliği sağlamaktadır.

Genelleştirilmiş V. Bertalanffy modelinin kullanılması (h), (k) ve doğrusal olmayan denklemlere uygulanan tekniklerden biri ile hesaplanabilir (Ayrıntı için bkz. A. Günel, 1978, Tek Ağaç ve Meşcerede Artım ve Büyümenin Matematiksel Modelleri, İ.Ü. Orm. Fak. Yayını).

## BÖLÜM II

### 1.Sıklık Tanımı ve Sıklık Ölçütleri

#### 1.1. Sıklık Tanımı

Meşceredeki hacim ve hacim artımı, meşceredeki büyüme alanının meşcereyi oluşturan ağaçlar tarafından ne etkinlikte kullanıldığı ile yakından ilgilidir. Ağaçların meşcere içindeki ortamı kullanma derecesini belirlemede kullanılan ölçü “meşcere sıklığı”dır.

#### 1.2. Meşcere Sıklık Ölçütleri

Meşcere sıklığının;

- Ağaçlar arasındaki rekabeti ( yarışmayı) iyi yansıtması,
- Yaşa bağlı olmaması,
- Yetiştirme ortamına bağlı olmaması,
- Hesaplanmasının basit yani kolay ölçülebilir olması

arzu edilmektedir. Ancak bu isteklerin tümünü karşılayan bir ölçüt henüz ortaya konamamıştır.

Son gelişmelere göre, meşcere sıklığını belirlemede kullanılan ölçütler aşağıdaki meşcere özelliklerinden yararlanmaktadır.

- **Birim Alandaki Ağaç Sayısı**

Çok genç meşcereler için akla yatkın bir ölçüt olmasına karşın, daha sonraki yaşlarda başarılı olamamaktadır. Ayrıca, ağaç sayısı meşcere yaşı ve yetiştirme ortamından bağımsız değildir. Bir meşcerenin ağaç sayısı değişmeden sıklığı değişebilmektedir. Bu nedenle, ancak çok genç meşcereler için bir sıklık ölçütü olarak kullanılabilir.

- **Birim Alandaki Hacim**

Ormancılıkta işletme amaçlarının çoğu doğrudan ya da dolaylı olarak meşcere hacmi ile ilişkilidir. Bu nedenle birim alandaki hacim ( $V: m^3ha^{-1}$ ), meşcere sıklığı için mantıksal bir sıklık ölçüsü olarak görülse de, ölçümünün zor olması, yaş ve yetiştirme ortamı verim gücü ile oldukça yüksek korelasyon göstermesi, ayrıca hacmin yorumlanmasının kimi standartlar ile ilişkisi olması, örneğin yakacak ve yapacak odun veya daha ayrıntılı bir sınıflandırma gibi, nedenleriyle genellikle bir sıklık ölçüsü olarak kullanılmamaktadır.

- **Birim Alandaki Ağaç Sayısı ve Meşcere Boyu**

Birim alandaki ağaç sayısı ve meşcere boyu arasındaki ilişkiden yararlanarak, meşcere sıklığını belirleyen oldukça farklı eşitsizlikler geliştirilmiştir.

Köhler'e göre, normal sıklıktaki sarıçam ormanlarında, bir ağacın işgal ettiği alan, ağaç boyunun altıda birinin karesine eşit olup durum yaşı bağılı değildir.

$$\frac{10000}{N} = \left(\frac{H}{6}\right)^2 = \frac{10000}{N} = \frac{H^2}{36} \rightarrow N = \frac{360000}{H^2}$$

Başka bir kurala göre meşcere boyu ve birim alandaki ağaç sayısı arasında aşağıdaki şekilde bir ilişki vardır.

$$H = \frac{R}{\sqrt{N}}$$

H= meşcere boyu, N= birim alandaki ağaç sayısı ve R= yetiştirme ortamının gücüne bağlı bir katsayı

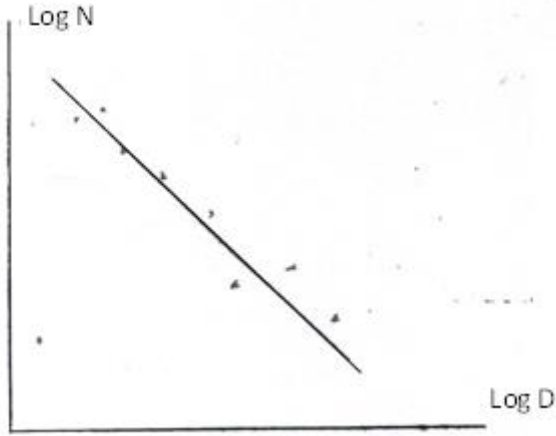
“ Gzornowski sıklık ölçütüne” göre bir ağaç türünün normal kuruluştaki meşcerelerinde, meşcere orta boyunu kenarı kabul eden karenin içindeki ağaç sayısı, aynı özellikteki yetiştirme ortamlarında, meşcere yaşına bağlı olmaksızın sabittir. Meşcere orta boyu H, söz konusu kare içinde kalan ağaç sayısı  $N_0$  ile gösterilecek olursa bir türün normal kuruluştaki meşcerelerinde, birim alana karşılık gelen ağaç sayısı olan N aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$N = \left(\frac{N_0}{H^2}\right) \times 10000 \rightarrow N = \frac{N_0 \times 10000}{H^2}$$

Bu ölçütte yetiştirme ortamlarına bağımlılık göstermektedir. Farklı yetiştirme ortamlarında  $N_0$  değerleri de farklıdır. Böylece farklı yetiştirme ortamlarını karşılaştırmak zorlaşmaktadır. Bununla birlikte, çeşitli yetiştirme ortamlarına ait  $N_0$  değerleri ortak  $H^2$  büyüklüğüne indirgenerek yetiştirme ortamına bağımlılık yok edilebilir.

- **Birim Alandaki Ağaç Sayısı ve Meşcere Çapı (Meşcere Sıklık Göstergesi)**

Normal sıklıktaki meşcerelerin birim alandaki ağaç sayısı ile meşcere orta çapı ( meşcere orta ağacının çapı) logaritmik olarak koordinat sistemine aktarılırsa



biçiminde bir şekil olmakta ve denklemini (a)  $\log N = K - b \log D$  ile gösterilmektedir (Şekil...). Burada K ve b E.K.K.Y.'ye göre hesaplanacak parametrelerdir. Meşcere sıklık ifadesi olarak, belirli bir meşcere çapı gösterge alınmaktadır. Bu çap 10 cm alınırsa  $\log MSG = K - b \log 10$  olmaktadır. K yerine a denklemindeki değeri konulursa (b)  $\log MSG = \log N + b \log D - b$  olmaktadır.

Yapılan araştırmalara göre MSG'nin yaş ve yetişme ortamı ile iyi bir ilişki gösterdiği belirtilmektedir. Bununla birlikte MSG ile göğüs yüzeyi arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. şöyle ki;

$$G = \frac{\pi}{4} D^2 N \rightarrow N = \frac{4 G}{\pi D^2}$$

bu eşitlik (b) denkleminde yerine konulursa

$$\begin{aligned} \log MSG &= \log \left( \frac{4 G}{\pi D^2} \right) + b \log D - b \\ &= \log 4 G \log G - \log \pi - 2 \log D + b \log D - b \\ &= (\log 4 - \log \pi - b) + (b - 2) \log D + \log G \\ &\quad \underbrace{\hspace{10em}}_W \end{aligned}$$

$$\log MSG = W + (b - 2) \log D + \log G$$

Bu formülde D değişmediği takdirde MSG (G) ile değişmektedir. aptaki artış (b-2) teriminin sıfırdan küçüklüğünü değiştirmediğinden MSG'deki değişikliği yavaşlatmaktadır. MSG ile yaş arasındaki ilişkinin göğüs yüzeyinden zayıf olması bu yüzdedir. Yaş ilerledikçe G ve d'deki artışlar birbirini yok ettiğinden MSG'de pek de önemli değişiklikler olmamaktadır.

MSG yaş ve yetişme ortamıyla zayıf bir ilişki göstermesine karşın ortalama bir değeri ihtiva etmektedir. Bu nedenle belirli bir meşcereye uygun düşmeyebilir.

- **Birim Alandaki Ağaç Sayısı ile Meşcere apı ve Boyu**

Birim alandaki ağaç sayısı, meşcere çapı ve meşcere boyu kullanılarak meşcerenin fotosentez yapan yüzeyi hesaplanmak istenmiş, bu şekilde meşceredeki ağaç, besin, büyüme ortamını kullanma düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Söz konusu ölçütün açık ifadesi  $N \times D \times H \times \pi = \text{Gövde Yüzey Alanı}$  şeklinde dir. Bu lt, çok sayıda meşcere ölçütünün belirlenmesini gerektirdiğinden uygulamada pek itibar görmemiştir.

- **Birim Alandaki Göğüs Yüzeyi**

Meşcere sıklığını belirlemede en çok kullanılan meşcere özelliği birim alandaki göğüs yüzeyidir. lm ve hesabı kolaydır. Yaşa göre genç yaşlarda hızlı artmasına karşın, ilerleyen yaşlarda yükselme hızı çok düşmekte, uzun yıllar sabit kalmaktadır.

Meşcere göğüs yüzeyi ağaç türüne bağımlılık göstermekle birlikte aynı yetişme ortamı ve yaş için meşceredeki büyüme ortamını kullanım derecesinin çok iyi yansıtılmaktadır. Bu nedenle çok kullanılmaktadır. Bir ağacın göğüs yüzeyi

$$g_i = \pi \left( \frac{d_i}{2} \right)^2 = \left( \frac{\pi}{4} \right) d_i^2 = 0.785 d_i^2,$$

N sayıda ağacın göğüs yüzeyi

$$G = \pi/4 \sum_{i=1}^N d_i^2 = 0.785 \sum_{i=1}^N d_i^2,$$

N sayıdaki ağacın ortalama göğüs yüzeyi ise

$$\bar{g} = \frac{0.785}{N} \sum_{i=1}^N d_i^2,$$

sayıda ağaç için göğüs yüzeyi orta ağacının çapı ( $\bar{d}_g$ ) diğer bir anlatımla karesel ortalama çap

$$\bar{d}_g = \sqrt{\frac{4}{\pi} \bar{g}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N d_i^2} \text{ eşitlikleri ile hesaplanmaktadır.}$$

orta çapı, aritmetik orta çap ( $\bar{d}$ ) ve karesel ortalama çap ( $\bar{d}_g$ ) olarak iki farklı yolla hesaplanabilmesine karşın, ormancılıkta genellikle karesel ortalama çap değeri kullanılmaktadır. Çünkü bu çap değeri meşcere göğüs yüzeyi ile tam bir ilişki göstermektedir. Örneğin, ( $\bar{d}_g$ ) çapı kimi büyüme modelleri ile meşcere sıklık endekslerinde bir değişken olarak dikkate alınmaktadır. Aritmetik ortalama çap ile karesel ortalama çap arasında,

$\bar{d}_g = \sqrt{\bar{d}^2 + s^2}$  ilişkisi bulunmaktadır. Burada  $s^2$ , çap değerlerine ilişkin varyansı göstermektedir. Eğer bir meşceredeki ağaçların tümünün çap değerleri birbirine eşit ise,  $s^2=0$  olacağından, her zaman ( $\bar{d}_g$ )  $\geq \bar{d}$  ilişkisi vardır. Yukarıda verilen eşitlikten de görülebileceği gibi ekstrem durumlar dışında çap değerlerine ilişkin varyans değeri her zaman sıfırdan büyük olacağından, buna bağlı olarak da karesel ortalama çap değeri aritmetik ortalama çap değerinden daha büyük olacaktır. Bu nedenle meşcere orta çapı ya da kısaca meşcere çapı ifadesi kullanılırken, bu çap değerinin aritmetik ortalama ya da karesel ortalama çap değerinden hangisini temsil ettiğinin açıkça belirtilmesi gerekir.

- **Rölatif Sıklık**

Bu sıklık ölçüsünde, bir meşcerenin birim alandaki göğüs yüzeyi ile meşcere orta çapı ilişkisi getirilmektedir. Böylece rölatif sıklık;

$$RS = \frac{G}{\sqrt{\bar{d}_g}}$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır. Burada G birim alandaki göğüs yüzeyini ( $m^2ha^{-1}$ ), ( $\bar{d}_g$ )= göğüs yüzeyi orta ağacının çapını (m) göstermektedir.

Saf Douglas meşcereleri için geniş bir kullanıma sahip olan rölatif sıklığın, 54-62 arasında olması boşluklu meşcereleri, 125 olması aralama yapılması gereken meşcereleri ve 148'den büyük olması ağaçların yarışma yeteneğini kaybettiği aşırı sıklıktaki meşcereleri göstermektedir.

- **Ağaç-Alan Oranı**

Bir ağacın işgal ettiği alan belirlenebilirse, bunların toplamı meşcere ki büyüme ortamının ne ölçüde kullanıldığını dolayısıyla meşcere sıklığını verecektir. Ancak tayini zordur. Bunun yerine işgal edilen yatay alan alınmaktadır.

Tespite göre ( Schumacher) işgal alanı ile ağaç çapı arasında



$$y = a + bd + cd^2$$

ilişkisi vardır. Hektardaki işgal sahası her ağaç için bulunan bu değerlerin toplamı olacaktır.

$$Y = N \times a + b \sum d + c \sum d^2$$

(N hektardaki ağaç sayısı)

Bu toplam değere Ağaç-Alan Oranı denilmektedir. Yaşa ve bonitete bağlı değildir. Ancak itirazlar;

- Denklem katsayıları deneme alanlarına göre bulunacağından, deneme alanlarının değişik alınması katsayıları da değiştirecektir. Farklı tip ve farklı sıklıklar için farklı katsayılar bulunacak, başka sıklık ve türler için uygun olmayacaktır.
- Ağacın bugünkü çapı geçmişteki büyüme alanının bir fonksiyonudur, bugünkünün değil. Bu dikkate alınmamıştır.
- Denklem her zaman ikinci dereceden olmayabilir. Genelde açık S şeklindedir.

Bu itirazlara karşın, Ağaç-Alan Oranı ile MSG arasında bir ilişki vardır. Zira denklemin son terimi ( $\pi/4$ ) ile çarpılırsa meşcere göğüs yüzeyi elde edilir. ( $N_a + \sum d$ ) terimi düzeltme terimi olur.

## 2. Normal Sıklık

Meşcere sıklığını nispi olarak ifade edebilmek için, bir referans sıklığa ihtiyaç vardır. Belirli bir silvikültürel müdahaleye göre normal kabul edilen meşcerenin sıklık “normal sıklık” kabul edilmektedir. Buradaki “belirli bir silvikültürel müdahale” nitelemesi dikkatten uzak tutulmamalıdır. Zira şiddetli bir aralama için normal kabul edilen sıklık zayıf aralama için normalden daha sık olabilir.

Normal sıklığın sayısal ifadesi, meşceredeki azami hacim, meşcere göğüs yüzeyi, hektardaki ağaç sayısı, tepe kapallılığı ve diğer meşcere özelliklerine göre belirlenmektedir.

Hasılat tablolarının düzenlenmesi amacıyla alınan deneme alanlarının normal sıklıkta olmasına özen gösterilir. Ancak, alınan bu deneme alanlarının tümünün normal sıklıkta olduğunun denetlenmesi, normal sıklıktan fark edenlerin terkedilmesi gerekir. Meşcere orta çapı ile ağaç sayısı arasındaki ilişki böyle bir denetim için çok uygundur. Meşcere orta çapının logaritması arasındaki ilişkiyi temsil eden doğrunun %95’lik güven şeridi çizildiğinde, bu şeridin dışında kalan meşcereler normal sıklıkta değildir, dolayısıyla hasılat tablosu düzenlenmesinde kullanılmayacaklardır.

Unutmamak gerekir ki, özellikle doğal meşcerelerin sıklıkları yaşam boyunca aynı kalmaz. Sıklıkta yükselmeler olabileceği gibi azalmalarda olabilir. Kural olarak meşcereler normal sıklığa ulaşma gayreti içindedirler. Bugün seyrek kabul edilen bir meşcere ileri yaşlarda normal meşcere sıklığına kavuşabilmekte hatta normal meşcerelere göre daha yüksek bir hacim içerebilmektedir. Zira seyrek meşcerede rekabet daha zayıftır. Bu nedenle, böyle meşcerelerde artım daha yüksek olmaktadır. Öte yandan, fazla sık meşcerelerdeki rekabet şiddeti yüzünden pek sayıda ağaç ölüyor meşcereden uzaklaşmakta, meşcere eski durumuna göre daha seyrek hale gelmektedir.

Doğal meşcerelerin sıklık durumlarında görülen bu değişimler, geçici deneme alanları yardımıyla hasılat tablolarının düzenlenmesindeki sakıncayı ortaya koymaktadır. Zira bugünkü hacim büyüklüğü sıklığın değil, geçmişteki sıklığın bir yansımasıdır. Bugün normal sıklıkta olan meşcereye bu duruma daha sık veya daha seyrek bir durumdan gelmiş olabilir. Dolayısıyla, bu meşcere normal sıklıktaki meşcerelerin büyüme zincirinde bir halka olarak kabul edilmeleri bir hata ögesi olacaktır. Bu husus geçici denem alanlarının hasılat tablolarının hazırlanmasında çok kez unutulmaktadır.

Meşcere sıklığındaki değişme, genellikle, meşcere boniteti ne olursa olsun, kendini göstermektedir. Ancak, değişimin hızı, bonitet ve yaşla ilgili olduğu kadar, meşcerenin periyot başındaki sıklığı ile de yakından ilgilidir.

Yapılan çeşitli çalışmalar, seyrek meşcerelerin ileri yaşlarda dahi hasılat tablolarında gösterilen sıklık değerlerine tam ulaşmadığını göstermektedir. Bu durum hasılat tablolarının hazırlanışındaki yaklaşımlardan kaynaklanabilir.

Yukarıda değinildiği gibi, farklı sıklık farklı artım demektir. Buna göre, artım hesabında artımın bugünkü değeri yanında, periyot içinde göstereceği değişimin de dikkate alınması gerekir. Gorhardt formülü bu düşünceyle hazırlanmıştır.

$$a = s \times A \times (1 + k - ks)$$

Formülde; a = Periyodik artım, A= Aynı ve bonitetteki normal meşcerenin aynı periyottaki artımı ( hasılat tablosundan alınan değer ), s = sıklık oranı, k= türe bağlı olarak değişen bir katsayı: ışık ağaçları için 0,6-0,7 arasında, yarı gölge ağaçları için 0,8-0,9 arasında değişmektedir.

Tek ağaç ve meşcerede, hacim ve hacim ögelerinin sıklığa göre değişimleri daha sonraki bölümlerde ele alınacaktır.

## BÖLÜM III

### Meşcere Verim gücü ve Tayini Esasları

#### 1. Meşcere Verim gücü ve Tanımı

Orman işletmesinin teknik ve ekonomik yönden planlanması için işletilen orman ve onun bir parçası olan meşcerelerin özelliklerinin bilinmesi gerekir. Meşcere özellikleri içinde, meşcerenin herhangi bir yaşta ne miktar üretim yapabileceğinin bilinmesi önem taşımaktadır. Zira, bu sayede meşcerenin olması gereken yapıdan ne düzeyde uzak kaldığı belirlenebilecek, böylece meşcereye yapılacak müdahalelerin çeşit ve şiddeti ortaya konabilecektir. Bir meşcerenin belirli bir yaşta yapabileceği üretim miktarına o meşcerenin verim gücü veya meşcere boniteti denilmektedir.

Meşcere boniteti mutlak olarak ifade edilebildiği gibi nispi olarak da belirlenebilmektedir. Nispi olarak belirlemede, meşcere bonitetini göstermek için romen rakamları kullanılmaktadır. Örneğin, I'nci bonitet en yüksek verim gücünü, V inci bonitet ise en düşük verim gücünü temsil etmektedir. Diğer bonitetler bunlar arasında yer alır.

#### 2. Meşcere Verim Gücünü Belirleyen Etkenler

Bir meşcereden elde edilecek ürün miktarı aşağıdaki etkenlere göre ortaya çıkmaktadır;

- Elde edilmek istenen ürün çeşidi veya çeşitleri,
- Meşcerenin yer aldığı yetişme ortamının özellikleri,
- Meşcereyi oluşturan ağaç veya ağaçların irsel yetenekleri,
- Uygulanan silvikültürel işlemler,
- Tohum ve ağaç ıslahı, toprak işleme, gübreleme gibi kültürel işlemler,
- Ölçme ve hesap tekniği,
- Kesim tekniği.

Ürünün tüketim merkezine ulaşan miktar olarak tanımlanması durumunda, yukarıdaki etkenlere ulaşım tekniğinin de eklenmesi gerekir.

Yukarıda verilen etkenlerin ilk beşi meşceredeki büyüme ilişkilerini belirlemektedir. Gerçekleşen büyüme, ölçme ve hesap tekniğine göre sayısal ifadesini bulmaktadır.

Büyüme ilişkisini belirleyen etkenlerin farklı kombinasyonları farklı küme değerlerine yol açabilmektedir. Ne var ki, seçilen ölçme ve hesap tekniği bu farklılığı olduğundan daha fazla veya daha az gösterebilecektir. Örneğin, örnekleme oranının küçük tutulması, hesapların deneme ağaçlarına dayandırılması sözü edilen durumu yaratabilecektir.

Meşcereden elde edilecek ürünün etkenler kombinasyonuna göre değişebilmesi bizi "Potansiyel verim gücü" veya "Doğal verim gücü" kavramlarına götürmektedir. Potansiyel verim, en uygun etkenler kombinasyonunun sağlanması durumunda elde edilecek ürün miktarıdır. Doğal verim ise, kültürel ve silvikültürel müdahalelerdeki eksiklikler yüzünden, potansiyel verime göre daha düşük gerçekleşen ürün miktarını ifade etmektedir.

Potansiyel verim, gerçekte kuramsal bir kavramdır. Zira, toprak işleme, gübreleme gibi bazı kültürel müdahalelerin geniş alanları kapsayan ormanlara uygulanması bugün için, ormancılığın kaldırabileceği mali yükün çok üstüne çıkmaktadır. Örneğin, Assman, meşcere hacim artımının en yüksek olduğu optimal göğüs yüzeyinden söz ederken, Fırat, Mitscherlich'e atfen optimal göğüs yüzeyinin ağaç türüne, yetişme ortamına ve meşcere yaşına göre değiştiğine, bu nedenle tayininin çok zor olduğuna ve etkisinin belirgin olmadığına işaret etmektedir. Buna ek olarak, belirtmek gerekir ki, en yüksek hacim artımının gerçekleşmesinde, göğüs yüzeyinin mutlak miktarı yanında, bu göğüs yüzeyini oluşturan ağaçların meşcere içindeki konumları, dolayısıyla meşceredeki çap dağılımının da katkısı vardır. Meşceredeki büyüme ortamından yararlanma ölçüsü olan meşcere sıklık ölçütlerinin meşcerenin bu özelliğini yansıtmaya çabası içinde oldukları daha önce açıklanmıştır.

Meşcere üretiminin etkenler kombinasyonu ile yükseltilebilmesi sorunu teknik ormancılık uygulaması eskilere uzanan, dolayısıyla sorunu tartışabilecek düzeyde bilgi birikimi yapabilmiş ülkelerde ayrıntılı olarak ele alınabilmekte, çözüm yolları gösterilebilmektedir. Teknik ormancılık uygulaması nispeten yeni olan Türkiye gibi ülkelerde, meşcere verim gücü, araştırmacının denetlediği koşullar içinde değil, var olan koşullar için tayin edilebilmekte, diğer bir deyişle, ancak meşcerenin doğal verim gücü ortaya konabilmektedir.

### **3. Meşcere Verim Gücü Ölçütleri**

Meşcerenin verim gücünün hangi düzeyde olduğunu gösteren ölçütlerin geliştirilmesi halinde, meşcerenin bugünkü verim durumu ile olması gereken verim durumu arasındaki fark kolaylıkla belirlenebilecek, böylece meşcereye yapılacak müdahaleler kararlaştırılabilecek, ayrıca geleceğe dönük düzenlemeler daha yüksek başarı ile yapılabilecektir.

Meşcere verim gücü tayininde kullanılacak ölçütlerin, diğerlerinde olduğu gibi, basit ve temsil gücünün yüksek olması arzu edilmektedir. Ayrıca, ölçütün meşcere sıklığı ve ağaç türüne bağlı olmaması gerekir. Ne var ki, meşcereden gerçekleşen büyüme miktarı, denetimi her zaman mümkün olmayan etkenlerin sonucu olarak ortaya çıktığından tek bir özelliğin meşcere üretim düzeyini başarı ile yansıtmaya beklenmemelidir.

Günümüze kadar geliştirilmiş ve kullanılmakta olan verim gücü ölçütlerini, dayandıkları özellikleri bakımından, iki genel grupta toplamak mümkündür;

- Yetiştirme ortamı özelliklerinden yararlananlar,
- Meşcere özelliklerinden (çap, boy, hacim, hacim artım vb.) yararlananlar.

#### **3.1.Yetiştirme Ortamı Özelliklerinden Yararlananlar**

Bu gruba girenleri üç alt grupta toplayabiliriz;

- Toprak özelliklerinden yararlananlar,
- İklim verilerinden yararlananlar,
- Toprak florasından yararlananlar.

### 3.1.1. Toprak Özelliklerinden Yararlanan Ölçütler

Toprak, bitkilerin üzerinde yer aldığı, çeşitli özellikler gösterebilen bir varlıktır. Ormancılığın konusu olan bitkilerin topraksız var olmaları söz konusu değildir. Bu bitkilerin gelişmeleri toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı ile sıkı bir bağımlılık gösterir. Bu bağımlılıktan yararlanarak, toprak özellikleri yardımıyla meşcerenin üretim düzeyi yani verim gücü belirlenmeye çalışılmıştır. Bu konuda yapılan çok sayıda çalışma vardır.

Toprak özelliklerine dayalı olarak meşcere verim gücünün belirlenmesi çeşitli şekillerde yapılabilmektedir. Örneğin, ülkemizde toprağın su-oksijen ekonomisi değerlerine göre sınıflandırılma yapılması daha başarılı bir yaklaşım olarak görülmektedir. Su tutma kapasitesi daha iyi tekstürdeki topraklarda daha yüksek üretim gerçekleşmektedir. Toprak nemi, toprak tekstürü yanında, toprak derinliği ile de ilgilidir. Bazı araştırmacılar B<sub>1</sub> horizonunun ince toprak ve kil miktarı ile, bazı araştırmacılar A<sub>1</sub> horizonunun kalınlığı ile verim gücü arasında bağıntı görmüşlerdir. Çepel ve arkadaşları, Sarıçam bölgelerinde horizon kalınlığı, ince toprak ve toz içeriği ile 100 yaşındaki üst boy ( biyolojik üst boy) arasında iyi bir korelasyon tespit etmişlerdir. Bu örneklerle daha da çoğaltılabilir. Bütün bu çalışmalara ve araştırmalara karşın, unutmamak gerekir ki, toprak özellikleri, meşcereden büyümeyi etkileyen etkenlerden yetişme ortamının bir ögesidir. Toprağın sahip olduğu özellikler büyüme açısından önemli olmakla birlikte, bu özelliklerin ne yönde etki yapacağı iklim ve topraktaki flora ve faunaya göre de değişebilmektedir. Örneğin, az yağışlı bölgelerde balçık topraklar verimi yükseltirken, aynı tür topraklar yağışlı mıntikalarda olumsuz etki yapmaktadır.

Toprakta besin maddelerinin çok oluşu bitkilerin bu besin maddelerinden kolaylıkla yararlanabileceği anlamına her zaman gelmez. Toprak reaksiyonu besin maddelerinin diğer bitkiler tarafından nasıl tutulduğunu, besinlerin ağaçlar tarafından alınış şeklini etkilemektedir. Bu nedenle, toprak analizleri ile ağacın topraktaki besin maddelerinden yararlanma derecesi belirlenmelidir.

Toprak özelliklerinin verim gücünü temsil başarısını yükseltmek için fizyografik ( eğim, bakı, mevki gibi ) etkenlerle bir arada kullanılması da ancak yerel iyileştirmeler sağlayabilmiştir. Örneğin, bir araştırma sonucuna göre çok önemli görünen bakı, başka bir araştırmada yetersiz kalmıştır. Bu durum ağaç türünün yayılışı ile ilgilidir. Her bakıda yer alabilen sarıçam için bakı önemsiz kalırken, ladin için yağış alan kuzeyli bakılar önem kazanacaktır.

Yukarıdaki açıklamalar ortaya koymaktadır ki yalnız toprak özelliklerini kullanarak, meşcere verim gücünü başarılı şekilde belirlemek mümkün değildir. Özellikle unutmamak gerekir ki, çıplak alanlarda ki toprak özellikleri ile meşcere altındaki toprak özellikleri aynı şekilde değerlendirilemezler. Meşcere altında tespit edilen özellikler, meşcerenin uzaklaşması durumunda tamamen değişebilmektedir. Buna göre, meşcere toprağında tespit edilen ilişkiler ancak yeteri kapalılığa sahip meşcereler için kullanılabilir.

### 3.1.2. İklim Verilerinden Yararlananlar

Ağaçların üzerinde yer aldığı toprağın özelliklerinin belirlenmesinde iklim karakteristikleri önemli bir rol oynamaktadır. Bu olgu araştırmacılar da iklim karakteristiklerinden yararlanarak yetişme ortamının sınıflandırılması düşüncesi uyandırmıştır. Ancak, bu tür çalışmalardan pek azı iklim karakteristikleri ile organik madde üretimi arasında bir ilişki kurmaya gayret göstermiştir. Söz konusu ilişkiyi belirlemeye

çalışanlardan en tanınmış İsviçre’li biyoklimatolog Paterson tarafından geliştirilen “CVP göstergesi” dir ( C = İklim, V = Bitki (vejetasyon), P= Üretim ). Göstergenin formüle edilmiş şekli aşağıdaki gibidir.

$$CVP = \frac{Tv \times P \times G \times E}{Ta \times 12 \times 100}$$

Formüldeki Tv = En sıcak ayın sıcaklık ortalaması ( Santigrat cinsinden)

Ta = Yılın en sıcak ve en soğuk ayların ortalamaları farkı ( C°)

P = Milimetre olarak, yıllık yağış miktarı

G = Büyüme döneminin ( vejetasyon süresi ) ay olarak uzunluğu.

Soğuk ve ılıman kuşaklarda büyüme dönemi uzunluğu aylık ortalama sıcaklığın en az + 3 C° olduğu ayların sayısı olarak alınmaktadır. Sıcak veya tropikal iklimlerde sıcaklık + 3 C°’nin altına düşmediğinden büyüme dönemi uzunluğu Martonne’un kurak göstergesine göre belirlenmektedir.

$$i = \frac{12 \times p}{t + 100}$$

t = hesap yapılan ayın sıcaklık ortalaması, p = hesap yapılan ayın yağış ortalamasıdır.

( i ) değeri 20’den büyük çıkan aylar büyüme dönemi aylarıdır.

CVP göstergesindeki ( E ) çarpanı Milankovitch denkleminde bulunmaktadır.

$$E = ( R_p/R_s ) \times 100$$

R<sub>p</sub> = kutuplarda radyasyon değeri, R<sub>s</sub> = yerel radyasyon değeri, E = mahalli radyasyon değeri (% olarak) dir. Radyasyon değerleri bir dakikada, bir santimetre kareye gelen kalori miktarı olarak hesaplanmakta ve 10<sup>3</sup>’ün katı olarak gösterilmektedir.

Yukarıdaki eşitlikler yardımıyla elde edilen CVP göstergesi ile çeşitli bölgelerde üretim arasında bir bağıntı kurulmuştur.

Paterson’a göre eşit CVP değerine sahip olan bölgelerin üretimleri de eşittir. Böylece, eş üretim kuşakları oluşturulabilir. CVP göstergesinin logaritması apsis ekseninde, üretim miktarları koordinat ekseninde gösterildiğinde logCVP ile Y (üretim) değerleri arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur.

$$Y = a + b \times \log CVP$$

CVP göstergesi değerleri sıfır ile yüz bin arasında değişmektedir. Bununla birlikte pek az bölgede CVP değeri 30 bini geçmektedir.

Fırat tarafından Türkiye’nin bazı yerleri için bulunan CVP değerleri şöyledir; Trabzon 583, İzmir 232, Kars 50, Diyarbakır 102, İstanbul 332.

CVP değeri 25’den küçük olan yerlerde orman yetişmemektedir. Çöllerde ve kutuplarda CVP değeri yirmi bindir. Ekvatorda daha büyük çıkmaktadır.

CVP göstergesi, yukarıda denildiği gibi büyük ilgi uyandırmış ve bunun sonucu olarak Dünya Ormanlık Araştırma Enstitüleri Birliği (IUFRO) göstergenin başarısını tayin amacıyla araştırma grubu kurmuştur. Bu araştırma grubunun tespitlerine göre, CVP gibi yalnız iklim verilerini dayalı bir gösterge ile münferit ormanların verim gücünün tayini başarılı olamaz. Bununla birlikte, yerel toprak koşullarını ve ağaç türlerini dikkate alan değiştirmelerle daha doyurucu ilişkiler kurulabilecektir.

İklimin ağaç büyümesine uygunluk düzeyi ve farklı toprak tipi sayısı arttıkça bir bölgede yetişecek ağaç türleri sayısı da çoğalacak, bu durum üretim gücü ile iklim verileri arasındaki ilişkiyi daha karmaşık hale getirecektir. Türkiye’de topoğrafik özellikler ve toprak tipleri çok dar bölgelerde dahi büyük farklılıklar gösterdiğinden, Paterson göstergesinin Türkiye koşullarında kullanılmasının doyurucu ilişkiler vermesi beklenmemelidir.

### 3.1.3. Toprak Florasından Yararlanan Ölçütler

Meşcere verim gücünü tayinde toprak özelliklerinden yararlanarak, topraktan örnek alınması, bunların analizi gibi bazı güçlüklerle ve zaman kaybına yol açmaktadır. Bunun yerine, arazide kolaylıkla tespit edilebilen özellikler ile verim gücü arsında ilişki kurmaya çalışılmış ve “gösterge bitkileri” denen yaklaşımla oldukça ümit verici sonuçlar elde edilmiştir.

Gösterge bitkilerine göre verim gücü sınıflandırılması Finlandiya’da Cajander tarafından sarıçam meşcereleri için başarılı şekilde geliştirilmiştir.

Gösterge bitkileri yaklaşımının temel varsayımı, bazı bitkilerin yetişme ortamı farklılıklarına çok duyarlı olduğudur. Ayrıca, bu bitkilerin herhangi bir müdahale nedeniyle çevrelerindeki dengenin bozulmasıyla ortaya çıkacak yeni koşullara uyum gösterme bakımından ağaç tepelerine göre daha az zamana ihtiyaçları vardır. Böylece, bu tür bitkilerin varlığı, nispi bolluğu veya yokluğu yetişme ortamını nitelendirmede kullanılabilir.

Kuşkusuz, gösterge bitkileri ile verim gücü arasındaki bağıntı ancak geniş anlamda söz konusudur. Bir yerdeki flora, aynı zamanda, meşcereyi oluşturan ağaç türleri ve meşcerenin geçmişi ile ilgilidir. Buna göre, gösterge bitkileri daha çok müdahale görmemiş ormanlar için geçerli olabilir. Ayrıca, değişik meşcere tiplerinin verim gücü karşılaştırmada gösterge bitkileri yeterli olamamaktadır. Burada belirtmek gerekir ki bir ülke için hazırlanmış gösterge bitkileri şeması olduğu gibi başka bir ülkede kullanılması söz konusu değildir.

Gösterge bitkileri denilince akla yalnız otsu bitkiler ve çalılar gelmemelidir. Boylu bitkiler de bu amaçla kullanılmaktadır. Bitkilerin yalnızca varlığı ve yokluğu değil, bunların arazideki dağılımı da dikkate alınmalıdır. Bolluğu kurak yetişme ortamına işaret eden bir türe dağınık olarak her yerde rastlamak mümkündür. Benzer şekilde, böcek tasallutu halinde, ağaçların kolayca yapraklarını döktüğü bölgelerde Strobilus çamının alt tabakada bol miktarda bulunması kuru bir yetişme ortamına işaretken, bu ağaç türünün üst tabakada yer alması aynı anlama gelmemektedir.

Kabul etmek gerekir ki, yetişme ortamını nitelendirmekte yalnız bir bitkinin gösterge olarak kullanılması yeterli olmaz. Örneğin, Fraxinus alba çok kez nemli bir yetişme ortamına işaretse de bu yüzde yüz böyledir denemez. Öte yandan Fraxinus albanın bulunmaması oranın kurak yetişme ortamı olduğu anlamına da gelmemektedir. Bu nedenle, yetişme ortamının nitelendirilmesinde tek bir bitki değil bitki gruplarından yararlanılmalıdır. Bu düşünce bizi

bitki spektrumları kavramına götürmektedir. Bitki spektrumu yetişme ortamını nitelendirmede kullanılan bitkiler listesi demektir. Bitki spektrumlarında, kurak ve verimsiz ortamların göstergesi olan bitkiler en yukarıda, nemli ve verimli ortamların göstergesi olan bitkiler en altta, diğerleri bu iki tip arasında yer alacak şekilde hazırlanmaktadır. Arazide, söz konusu bitkileri var olup olmadığı, bolluk düzeyi (orta bollukta veya çok bol) işaretlenmektedir. Bu işaretleri çoğunlukla bulunduğu yetişme ortamı tipi o yerin niteliği olacaktır.

Floristik analizle ormanın üretim düzeyinin belirlenmesi henüz doyurucu olmaktan uzaktır. Zira, floristik analizin başarısı, toprak bitkilerinin nispeten kararlı, ayrıca o yerin fazla müdahale görmemiş olması ile yakından ilgilidir. Ayrıca incelenen ortamda ağaç türlerinin fazla olmaması, iklimin fazla değişiklik göstermemesi de önemlidir. Bu koşullar Türkiye için söz konusu olamayacağından floristik analizin Türkiye'deki uygulama başarısı çok sınırlı olacaktır.

### **3.2. Meşcere Özelliklerinden Yararlanan Ölçütler**

Daha önce sözü edilen üretim etkenleri dikkate alındığında, meşcerenin sahip olduğu özelliklerin bu etkenlerin ortak etkisi sonucu olarak ortaya çıktığı, dolayısıyla meşcere özelliklerinden yararlanarak meşcere verim gücünü tayin edebileceğini düşünmek mümkündür ve böyle bir düşünce tarzı gerçekte uyum halindedir. Ancak, burada cevaplandırılması gereken soru, hangi meşcere özellik veya özelliklerinin bu amaçla en başarılı şekilde kullanılmaya elverişli olduğudur.

Meşcere orta çapı ve meşcere göğüs yüzeyi yapılan müdahalelere karşı duyarlı olduklarından meşcere verim gücünü tayinde yeterli olamamaktadır. Meşceredeki mevcut servet miktarı söz konusu amaçla kullanılabilir bir özellik olmakla beraber, tayinindeki nispi zorluk, çok kez ölçme tarihine kadar meşcereden şu veya bu nedenle çıkarılan hacmin bilinmemesi nedeniyle uygulamada yerini başka özelliklere terk etmiştir. Bugün için, belirli bir yaşta meşcerenin ulaştığı boy meşcere verim gücü göstergesi olarak en fazla itibar gören meşcere özelliğidir.

Meşcere boyunun meşcere ortaboyu veya üst boyu olarak tanımlandığı bilinmektedir. Daha önceleri, yapılan silvikültürel müdahalelerden etkilenmediği kabul edilen meşcere ortaboyunun, özellikle eşit yaşlı meşcerelerde (ki böyle meşcereler ışık ağaçlarının oluşturdukları meşcerelerdir) aşağıda aralama uygulanması, dolayısıyla daha çok mağlup ağaçların meşcereden çıkarılması nedeniyle, gerçekte müdahalelerden etkilendiği görülmüştür. Bu nedenle, meşcere üst boyu meşcere boyu olarak alınmaya başlanmıştır. Ancak, bilindiği gibi meşcere üst boyu değişik şekillerde belirlenebilmekte ve farklı tanımlar farklı boy değerleri ortaya koymaktadır. Örneğin, bazı araştırmacılar, meşcere üst boyunu hektardaki en kalın 100 (bazıları 250 ağaç) ağacın boy ortalaması olarak bulunurken, bazı araştırmacılar tam galip ağaçların boy ortalamasını (biyolojik üst boy) almaktadırlar. Gene bilindiği gibi, ortalama boy ile ortaboy farklı şeylerdir. Ortalama aritmetik (basit veya ağırlıklı) ortalama boy değeri iken, ortaboy bir ortalama ağacın, genellikle göğüs yüzeyi orta ağacının boyu olarak alınan boydur. Bu nedenle, Üst boy denirken, bu boyun hangi yaklaşımla elde edildiğinin açıklıkla belirtilmesi gerekir.



### **3.2.1. Meşcere Boyu Yardımıyla Meşcere Verim gücünü Belirleme Yöntemleri**

Meşcere boyu (üst veya orta) ile meşcere genel üretimi arasındaki ilişkiyi belirlemede başlıca üç yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler, polimorfik eğriler yöntemi, anamorfik eğriler yöntemi, kombine yöntemdir.

#### **3.2.1.1. Polimorfik Eğriler Yöntemi**

Bu yöntemde, meşcere deneme ağacı olarak seçilen yaşlı ağaç üzerinde yapılan gövde analizleri ile ağacın çeşitli yaşlardaki boy değerleri elde edilmektedir. Deneme ağacının tam galip ağaç olarak seçilmesi durumunda, bu ağacın her yaşta meşcerenin tam galip ağacı olduğu kabul edilebilir. Buna göre, tam galip bir ağaca ait boylanma eğrisi, meşcere üst boyunun yaşa göre değişimini verecektir. Tam galip ağaç biyolojik anlamda tam galip olabileceği gibi en kalın ağaçların orta ağacı olarak da alınabilir.

Meşcere yapısına göre, çeşitli verim gücü sınıfına ait olduğu kabul edilen meşcerelerde yapılan gövde analizleri ile bu meşcerelerin boylanma eğrileri elde edilmektedir. Elde edilen bu eğriler, anamorfik eğriler yönteminin aksine, form bakımından birbirlerinin benzeri değildirlir. Yöntem ismini buradan almaktadır.

Yöntem biyolojik olarak daha gerçekçi görünmekteyse de, bir-iki deneme ağacının gelişimi ile meşcere gelişimi arasında kurulacak ilişkinin gerçek ilişkiyi yansıttığı her zaman ileri sürülemez. Elde edilecek ilişkinin geçerlilik düzeyi devamlı deneme alanlarından elde edilmiş 40-50 yıllık ölçme ve gözlem sonuçları ile karşılaştırıldıktan sonra ancak güvenilir şekilde ortaya konabilir.

#### **3.2.1.2. Anamorfik Eğriler Yöntemi**

Anamorfik eğriler yönteminde, çeşitli yaş ve çeşitli bonitetteki meşcerelerde yaş ve boy ölçmeleri yapılmakta, boy değerleri yaşa göre koordinat eksenlerine taşınarak bir noktalar dağılımı elde edilmektedir. Bu noktalar arasında, noktaları ortalayacak şekilde bir eğri geçirilmekte ve bu eğriye kılavuz eğri denilmektedir. Bu kılavuz eğri ortalama verim gücü sınıfını temsil etmekte ve diğer eğriler bu kılavuz eğri yardımıyla elde edilmektedir.

Anamorfik eğriler yönteminin varsayımına göre, standart yaş olarak kabul edilen bir yaşta, kılavuz eğrinin gösterdiği boy değeri ile diğer bir eğriden alınacak boy değeri arasındaki oran, diğer yaşlarda da aynen vardır. Örneğin, standart yaş olarak 100 yaşının alınması durumunda, kılavuz eğrinin 100 yaşındaki boy değeri 25 metre ise, aynı yaşta 30 metre boya sahip eğri ile kılavuz eğri değerleri arasındaki oran, bütün yaşlarda (30/25) 1,2'dir. Buna göre, çeşitli yaşlardaki kılavuz eğri değerleri ile bu oranın çarpılması 30 metrelik boy eğrisinin diğer yaşlarda ulaştığı boyu verecektir. Benzer şekilde, 100 yaşında 20 metrelik boya sahip eğrinin kılavuz eğriyle olan oranı (20/25) 0,8'dir. Kılavuz eğri değerlerinin 0,8 ile çarpılmasıyla 20 metrelik eğrinin öteki yaşlara ait boy büyüklükleri bulunacaktır.

Anamorfik eğriler yönteminde, bütün bonitet ve yaş sınıflarının dengeli bir şekilde temsil edilmesi önemlidir. Zira, herhangi bir yaş sınıfının veya bonitetin çok sayıda temsil edilmesi bu yaş sınıfına veya bonitete ağırlık verilmesi demektir. Bu durum kılavuz eğrinin ortalama eğri olma niteliğini etkileyecektir.

Kılavuz eğrinin geçirilmesi elle yapılabileceği gibi matematik yolla daha objektif olarak da yapılabilir.

### 3.2.1.2.1. Anamorfik Yöntem Kritiği

Uygulamadaki kolaylığı dolayısıyla büyük bir kabul görmüş anamorfik eğriler yönteminde yukarıda değinildiği gibi kılavuz eğri ile diğer boylanma eğrileri arasındaki eğriler bütün yaşlar için sabittir. Bu varsayımın geçerliliği aşağıdaki şekilde denetlenebilir.

Belirli bir yaşta,  $a$  ile tanımlayabileceğimiz boylanma eğrisinden alınacak  $h_a$  ile aynı yaşta kılavuz eğriden alınan boyu  $h_0$  ile gösterelim. Anamorfik eğriler yöntemine göre  $(h_a/h_0)$   $p$  sabittir. Bu oranın türevi alınacak olursa aşağıdaki eşitlik elde edilecektir.

$$\frac{(h'_a \times h_0) - (h_a \times h'_0)}{2} = 0$$

Bu bölümün sıfır olabilmesi için payının sıfır olması gerekir ( paydanın sonsuza gitmesi bu ifadede söz konusu değildir).

$$(h'_a \times h_0) - (h_a \times h'_0) = 0$$

Son eşitlikten  $(h'_a \times h_0) = (h_a \times h'_0)$  bağıntısı elde edilir. Bu bağıntıya göre, anamorfik eğrilerde, her yaş için boy artım oranları aynıdır. Bu gerçeğe aykırıdır. Zira, iyi bonitetlerdeki artım oranları, aynı yaş için düşük bonitetlerdekinden küçüktür. Bu sonuç karşısında anamorfik eğrilerin verim gücü sınıflandırılmasında kullanılmasının küçümsenmeyecek hatalara yol açması beklenmelidir.

### 3.2.1.2.2. Anamorfik Eğriler Yönteminin İyileştirilmesi Yolları

Yukarıda gösterildiği gibi, anamorfik yöntemin gerçekle bağdaşmayan bir varsayımdan hareket etmesinin sonuçlarından kurtulmak için çareler aranmış ve polimorfik eğriler yöntemi ile anamorfik eğriler yönteminin kombine edilerek bir arada kullanılması düşünülmüştür. Bu yaklaşımda, yaş ve boy değerleri bu iki yöntemin esaslarına göre elde edilmekte, ancak eğrilerin geçirilmesinde her iki yaş-boy değerlerinden yararlanılmaktadır. Bu yaklaşıma kombine yöntem adı verilmiştir.

Anamorfik eğriler yöntemi aşağıda açıklanan şekilde de hatalı varsayımın sonuçlarından kurtarılabilir. Ancak, bu durumda eğrilerin artık anamorfik olması söz konusu değildir.

Anamorfik eğriler yöntemindeki varsayımın aksine, bonitetlere ait boylanma eğrileri arasındaki oranları yaşın bir fonksiyonu olarak alabiliriz. Bu oranın fonksiyonunu  $p(t)$  ile gösterelim. Böylece belirli bir yaşta (a) bonitetine ait boy değeri ( $h_a$ ) ve (b) bonitetine ait boy değeri ( $h_b$ ) olsun. Bu iki boy arasındaki oran;

$$(h_a/h_b) = p(t) \text{ dir. (t= yaş)}$$

Bu fonksiyonun türevi alınacak olursa aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\frac{(h'_a \times h_b) - (h_a \times h'_b)}{h_b^2} = p'(t)$$

Bu eşitlik şu şekilde de yazılabilir.

$$\frac{h_a}{h_b} \times \left( \frac{h'_a}{h_a} - \frac{h'_b}{h_b} \right) = p'(t)$$

Eşitliğin sol tarafındaki ilk çarpan, tanıma göre  $p(t)$ 'dir. Dolayısıyla;

$$\frac{p'(t)}{p(t)} = \left( \frac{h'_a}{h_a} - \frac{h'_b}{h_b} \right) = f(t)$$

yazılabilir. Yukarıdaki eşitlikte  $f(t)$  boy oranları arasındaki fark temsil eden fonksiyondur. İfadesi bulunmak istenen fonksiyon  $p(t)$ 'dir. Son eşitliğin integrali alınacak olursa,  $p(t)$  için

$$\log p(t) = \int f(t) + c \quad (c = \text{integral katsayısı})$$

ve ya

$$p(t) = C_0 \times e^{\int f(t) + c} \quad (C_0 = \text{integral katsayısı})$$

eşitliği elde edilecektir. Buna göre  $p(t)$ 'nin bilinmesi  $f(t)$  fonksiyonunun belirlenmesini gerektirmektedir. Diğer bir deyişle, herhangi bir yaşta, boniteti temsil eden boylar arasındaki oran bu yaştaki boy artım oranları farkının bir fonksiyonu olmaktadır.

$f(t)$  fonksiyonunun açık ifadesinin nasıl bulunacağı, yukarıdaki düşünce tarzında gösterilmektedir. Çeşitli bonitetlerdeki meşcere boylarının artım oranları arasındaki farklara ait değerler yardımı ile fonksiyonunun açık ifadesi ortaya konabilir. Örneğin, çeşitli bonitetteki Doğu ladini meşcerelerinde tam galip ağaçlarda yapılan gövde analizleri yardımıyla bonitetler arası boy artım farklarının,  $t = \text{yaş}$  olmak üzere,  $f(t) = e^{-kt}$  şeklinde bir fonksiyonla temsil edilebileceği görülmüştür ( $k = \text{türe bağlı bir katsayı}$ ).

Yukarıda da değinildiği gibi bonitetlere ait boylanma eğrilerinin yeni yaklaşımla bulunması durumunda, boylanma eğrilerinin aynı formda olması gerekmektedir.

### 3.2.2. Meşcere Boyunun Verim gücü Sınıflamasında Kullanılmasının Kritiği

1990 yıllarının başlarında Eichhorn'un "aynı orta boydaki meşcerelerin üretimlerinin de aynı olduğu" iddiası daha sonraları Gehrhardt tarafından "belirli bir yaşta aynı orta boya sahip meşcerelerin üretimlerinin de eşit olduğu" şeklinde düzeltilmesiyle meşcere boyunun meşcere verim gücü göstergesi olarak kullanılabilirliği görülmüştür. Meşcere orta boyunun silvikültürel müdahalelerden etkilenmediği kanısı ile meşcere boyunu tayindeki kolaylık bu meşcere özelliğini en çok kullanılan verim gücü göstergesi durumuna getirmiştir. Meşcere toplam üretimi (genel hasıla) ile meşcere boyu arasında kurulan ilişki, meşcere verim gücü sınıfı deyimi ile boy kalite sınıfı deyimlerinin eşanlamlı kullanılmasına yol açmaktadır.

Yukarıda sözü edilen ilişkinin geçerliliği;

- Belirli bir bonitetteki meşcere boylanmasının herhangi bir yöntemle elde edilen boylanma eğrisine ne düzeyde uyum gösterdiğine,
- Belirli bir yaşta, bir boya karşı geldiği ileri sürülen üretim miktarının gerçek değere ne kadar yakın olduğuna bağlıdır.

Yukarıda da değinildiği gibi, önceleri meşcere orta boyunun yapılan bakım kesimlerinden etkilenmediği kabul edilmekteydi. Ancak, eşit yaşlı meşcerelerde bakım kesimleriyle daha çok mağlup durumlu ağaçlar çıkarıldığından, meşcere ortaboyu yalnız

doğal uzama sonucu değil hesap sonucu olarak da artım göstermektedir. Diğer bir deyişle, meşcere ortaboyu bakım kesimlerinden etkilenmektedir. Bu etkilenmenin derecesi bakım kesimlerinin şiddet ve tekerrürüne bağlıdır. Bu nedenle bonitet eğrilerinin geçirilmesinde aynı silvikültürel işleme tabi tutulmuş meşcerelerden elde edilen verilerin kullanılmasına özen gösterilmelidir. Uygulamada da, boniteti tahmin edilmek istenen meşcerenin, bonitet eğrilerinin hazırlanmasında kullanılan meşcerelerle benzer bakım kesimlerine tabi tutulup tutulmadığına dikkat edilmeli, farklı uygulama durumunda söz konusu bonitet eğrilerinin kullanılmasının yanlış sonuçlar vereceği unutulmamalıdır.

Meşcere orta boyunun bakım kesimlerinde çok fazla etkilendiği gerçeği karşısında bonitet göstergesi olarak meşcere üstboyu kullanılmaya başlanmıştır. Daha önce de anlatıldığı gibi, meşcere üstboyu değişik şekillerde belirlenebilmektedir. Tam galip ağaçların ortalama ve ya orta boyu olarak hesaplanan üstboy da, özellikle, sııklık çağındaki müdahalelerden etkilenmektedir. Üstboyun biyolojik boy olarak alınması da kusursuz bir seçim değildir. Zira, tam galip ağaçların boyları, her meşcerede ortak bir özellik değildir.

Meşcere orta boyunun üretim göstergesi olarak alınmasındaki en önemli sebebi meşcere boyunun meşcere hacmini belirleyen öğelerden biri olmasıdır. Bu nedenle, meşcere toplam hasılasının kuvvetli ilişki gösterdiği yetiştirme ortamı özellikleri ile meşcere boyunun kuvvetli ilişki gösterdiği yetiştirme ortamı özelliklerinin her zaman çakışması beklenmemelidir. Araştırmalar da bu durumu doğrulamaktadır. Bilindiği gibi hacim, şekil emsali, göğüs yüzeyi ve boyun çarpımıyla ortaya çıkmaktadır. Meşcere hacmi  $V$ , meşcere şekil emsali  $F$ , meşcere göğüs yüzeyi  $G$ , meşcere boyu  $H$  ile gösterilecek olursa meşcere hacmi  $V=F \times G \times H$  eşitliği şeklindedir. Meşceredeki artım bu ifadenin yaşa göre türevi olacaktır.

$$d(V) = d(FH) \times G + d(G) \times FH \quad (d \text{ işareti türevi göstermektedir})$$

Görüldüğü gibi, meşcere artımı yalnız silindir boyu dediğimiz  $(FH)$ 'nin değil meşcere göğüs yüzeyi ve bunun yaptığı artıma göre belirlenmektedir. Krenn ve Hagi meşcere ortaboyu ile meşcere silindir boyu arasındaki bağıntının, apsis eksenine göre dışbükey olan ikinci derece bir polinomla ifade edilebileceğini kabul etmektedirler.

$$FH = a + b \times H + c \times H^2$$

Eğrinin şekline göre, meşcere silindir boyu belirli bir orta boydan sonra azalmaktadır. Meşcere ortaboyu ile meşcere silindir boyu arasındaki bu yakın ilişkiye karşı aynı meşcere orta boyu için oldukça değişik meşcere göğüs yüzeyleri ortaya çıkabilmektedir. Bu gerçek karşısında aynı boya sahip meşcerelerin her zaman aynı genel hasılayı vermesi beklenmemelidir. Aynı boy için genel hasıllar arasında belirli sınırlar içinde kalsa bile bir farklılık söz konusudur.

Almanya'da yapılan araştırmalara göre, güney batı ve kuzey batı yönlerinde denizden yükseklik arttıkça yağış miktarı da yükselmekte, fakat sıcaklıkta bir düşme görülmektedir. Bu durum, aynı meşcere boyu için daha yüksek bir üretim gerçekleşmesine yol açmaktadır. Buna karşın, daha yukarılarda, aynı boya tekabül eden üretim miktarında bir azalma ortaya çıkmaktadır. Bu durum, yüksek rakımlı yerlerde meşcerelerin daha seyrek dolayısıyla daha küçük meşcere silindir boyuna sahip olmalarına neden olmaktadır. Gene bu bölgelerde, yüksek meşcere göğüs yüzeyi üretim anlamına gelmemektedir. Zira, bu göğüs yüzeylerinin bu bölgelerdeki artımları nispeten düşüktür. Bu olgu, bu bölgelerdeki mağlup ağaçların meşcere de daha uzun müddet kalabilmelerinden ileri gelmektedir. Benzer şekilde, sıcak fakat yağış

miktarı nispeten düşük bölgelerde de düşük üretim gerçekleşmektedir. Genel olarak denebilir ki, nem ve sıcaklık ekonomisi ne kadar olumlu ise aynı boya daha yüksek üretim karşı gelecektir. Yukarıda yapılan açıklamalar göstermektedir ki, meşcere verimliliğinin daha güvenilir şekilde ortaya konabilmesi, meşceredeki üretimin yanında yetiştirme ortamının özelliklerinin de birlikte ele alınması ile mümkündür. Bununla birlikte, yetiştirme ortamı özelliklerinin doğrudan incelenmesi yerine, nispeten daha kolay bir yol seçilerek aynı boy sınıfına giren meşcerelerin “verim düzeyleri” boy artım oranlarına göre, üç kademeye ayırmak yoluna gidilmiştir. Örneğin, Assman ve Franz Norveç ladini (*Picea abies*) için hazırladıkları bonitet ayırımında, 36 metrelik boylanma eğrisini ve verim düzeyi kademesine ayıran, birincisine üst verim düzeyi, ikincisine orta verim düzeyi, en alttaki üçüncüsüne alt verim düzeyi demiştir. Benzer ayırım Kalıpsız tarafından Doğu kayını için yapılmıştır.

<u>Üst boy kalite sınıfı:36 m.</u>	100 yaşındaki Genel <u>Ortalama Artım</u>	<u>Kalite sınıfı tanım</u>
Üst verim düzeyi	16.1 m <sup>3</sup>	O 36
Orta verim düzeyi	14.4 m <sup>3</sup>	M 36
Alt verim düzeyi	12.9 m <sup>3</sup>	U 36

ASSMANN'dan alınmıştır.

Yukarıdaki tartışmalar özetlenecek olursa, meşcere boyu meşcere verim gücünü temsil etmede diğer meşcere özelliklerine göre daha iyi durumda olmakla birlikte meşceredeki genel verim ile meşcere boyu arasındaki ilişki istatistik anlamda bir ilişkidir. Her boy için üretim miktarında görülen varyasyon yetiştirme ortamı özellikleri dikkate alınarak en aza indirilebilir. Bu konuda diğer bir yol, verim gücü tayinini “çift girişli” esasa göre yapmaktadır. Böyle bir yaklaşım da ilk ayırım boya, ikinci ayırım boy artım oranına göre yapılabilir. Boy üretim ilişkisini iyileştirmek için meşcere boyunun meşcereye katılan ağaçların çoğunluğuna ait boy olarak seçilmesi isabetli olacaktır.

Burada hatırlatılması gereken husus, bonitet eğrilerinin geniş bir yaş değişim aralığına dayandırılması gereğidir. Özellikle, genç meşcereler yardımı ile elde edilecek bonitet eğrilerinin gelecek yıllardaki boyları bulmak isteğiyle ekstrapole edilmesinden kesinlikle kaçınılmalıdır. Bu ekstrapolasyon ne kadar ileri yaş için yapılıyorsa hata miktarının o kadar yükseleceği unutulmamalıdır.

### **3.2.3. Genç Meşcerelerde Kullanılabilecek Bir Bonitet Tayini Yöntemi**

Bonitet eğrilerinin genç yaşlara doğru birbirlerine yaklaşmaları, genç meşcerelerin bonitetini belirlemede bazı güçlükler çıkarmak, gerek bonitet yerine bir alt veya üst bonitet değeri bulunmaktadır. Her ne kadar bu yaşlardaki üretim farkları pek büyük değilse de, genç meşcerelerin verim güçlerinin daha isabetli olarak belirlenmesi istenir. Bu amaçla kullanılacak bir yöntem, Meşceredeki en kalın veya üst durumlu ağaçların göğüs çaplarının hemen üstünde kalan son beş yıla ait boy artımı miktarlarıdır. Bu artımlar iyi bonitetlerde daha yüksek, düşük bonitetler de daha küçüktür. Bu yöntemle belirlenen bonitet değerleri, diğer yöntemlerle bulunan değerlere göre daha sağlıklı sonuçlar vermektedir. Ancak,

unutmamak gerekir ki, özellikle genç meşcerelerin bonitet durumları sık sık denetlenmeli, yaş ilerledikçe, daha önce tespit edilen bonitet durumundan ayrılmaların olup olmadığı incelenmelidir.

#### **3.2.4. Değişik Yaşlı Ormanlarda Bonitet Tayini Esasları**

Eşit yaşlı meşcerelerde yaş, meşcere özelliğini belirleyen önemli bir öge iken, nispeten küçük bir alan içinde hemen her yaşta ağaçlar yer alabildiğinden, değişik yaşlı ormanlarda yaş kavramı önemini yitirmektedir. Bu nedenle, değişik yaşlı ormanlarda yaş yerini “geçen zaman” alır. Bu durum eşit yaşlı meşcerelerde uygulanan bonitet tayini yöntemlerinin aynen değişik yaşlı ormanlarda uygulanamayacağını ortaya koymaktadır.

Değişik yaşlı ormanların verim gücünü tayinde kullanılan bir yöntem Flury tarafından ileri sürülmüştür. Flury ormandaki ağaçların çaplarını dört çap sınıfında toplamış en kalın iki çap sınıfı orta ağaçları boyları ile ormanın üretim miktarı arasında yakın bir bağıntı bulmuştur. Daha sonraları ağaçların bu çaplara ulaşmak için ihtiyaç duyduğu yılları da ortalama değerler şeklinde belirleyerek değişik yaşlı ormanlar ile eşit yaşlı meşcerelerin verim gücü bakımından karşılaştırmalarına imkan sağlamıştır.

Diğer bir yöntem, yaş-boy ilişkisine, yaş olarak mutlak yaş değil, ağacın baskıdan kurtulduğu yaşı almakta ve daha önce eşit yaşlı meşcerelerde açıklanan şekilde verim gücü belirlenmektedir.

Üçüncü bir yöntem, Mitscherlich tarafından ilk önce kullanılmıştır. Mitscherlich yöntemine göre, en kalın çap sınıfındaki ağaçların çap artımları ile verim gücü arasında sıkı bir bağıntı bulunmaktadır. Ancak, çap artımı aynı zamanda meşcere sıklığı ile de ilgili olduğundan, çap artımları Meşceredeki ağaç sayısı ile ilişkiye getirilmiş, böylece çift girişli bir verim gücü tablosu hazırlanmıştır.

## BÖLÜM IV

### Artım ve Büyümenin Ana Etkenleri

#### 1. Genel Bilgiler

Üçüncü bölüm, ikinci başlıkta da belirtildiği gibi, meşcereden oluşan üretim, üretim amacı, yetiştirme ortamının özellikleri, ağaç türünün irsel yetenekleri, uygulanan işlemlerin bir sonucu olarak gerçekleşmekte, üretimin sayısal miktarı ölçme ve hesap tekniğine göre ortaya konmaktadır.

Meşcerede ne üretilmek istendiği diğer bir deyişle, üretim amacı meşcereye kültürel ve silvikültürel işlemleri doğrudan etkilemektedir. Örneğin, amaç erozyon kontrolü veya su akışını düzenlemek ise, bu durumda odunsu maddelerin üretimi çok az veya hiç söz konusu olamayacaktır. Böyle bir amaç karşısında uygulanacak işlemler, daha çok yeteri sıklıkta bir vejetasyon örtüsünün devamlılığını sağlamanın ilerisine gitmeyecektir. Buna karşın, amaç yüksek kalitedeki odundan en yüksek miktarda elde etmek ise, ağaç türü ile teknik müdahalelerin seçiminde ormancılık bilgilerinin çok daha yoğun bir şekilde bir araya getirilmesi zorunluluğu vardır.

Aşağıdaki açıklamalar, esas amacın odun üretimi olduğu kabul edilerek yapılmışlardır. Bu durumda, ağaç ve Meşceredeki üretim olgusu üç ana etkene göre biçimlenmektedir;

- Ağaç türünün irsel yetenekleri,
- Yetiştirme ortamı özellikleri,
- Uygulanan teknik tedbirler.

#### 2. Ağaç Türünün İrsel Yetenekleri

Bilindiği gibi, tek ağaç ve meşcerede artım, dolayısıyla büyüme, asimilasyon yolu ile organik madde üretimi ve bu üretimin bir kısmının solunum faaliyeti ile tüketilmesi sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Buna göre, asimilasyon ve solunum olaylarını etkileyen her etken artım ve büyüme olayına katılmaktadır.

Asimilasyon olayı ağacın yeşil kısımları, daha açık bir deyişle, ibre veya yaprakları tarafından gerçekleştirilen bir olay olduğuna göre, ağacın taşıdığı yaprakların özellikleri artım ve büyüme olayının başarısını doğrudan etkileyecektir.

Yapraklardaki asimilasyon ve solunum miktarı, bir saatte, bir gram ağırlığındaki veya bir desimetre kare yüzeyindeki yaprağın tükettiği veya çoğalttığı CO<sub>2</sub> ağırlığı olarak ifade edilmektedir. Sözü edilen bu miktarlar yaprağın ışık veya gölge tipi olduğuna göre fark etmektedir.

Bitkinin artım yapabilmesi için, asimilasyon miktarının solunum miktarını aşması gerekir. Asimile edilen miktarın solunumla tüketilen miktara eşit olduğu bir ışık şiddeti vardır ve bu ışık şiddetine “ışık denge (kompozisyon) noktası” denilmektedir. Işık denge noktası değeri ışık ve gölge tipi yapraklarda farklıdır. Bu farklılık her iki tip yaprakların anatomik yapılarındaki farklılıktan ileri gelmektedir.

## 2.1.Yaprak Tipi ile Artım Arasındaki Bağntı

Gölge yapraklarının daha geniş yüzeye (örneğin, kayında bir kilogram taze gölge yaprağının yüzeyi 28 m<sup>2</sup> iken, ışık yaprağı yüzeyi 11 m<sup>2</sup>'dir) ve ince yapıya sahip olmaları, nispi olarak daha çok klorofil taşınmalı nedeniyle, bu tip yapraklar daha az ışıkta asimilasyon yapabilmekte ve ışık denge noktaları ışık ağaçlarına nazaran daha aşağılarda bulunmaktadır. Işık şiddetinin artması başlangıçta gölge yapraklarının asimilasyon yönünden daha başarılı olmalarına yol açar. Işık şiddetinin artması devam edecek olursa, bir noktada itibaren ışık yapraklarının başarısı gölge yapraklarınınkine yetişir ve onları geçer. Doğal olarak, asimilasyonun yükselmesi artan ışık şiddetinin sonuna kadar paralel seyretmez. Belirli bir ışık şiddetinden sonra, yeterli miktarda CO<sub>2</sub> bulunsa dahi, asimilasyon azalmaya başlar. Işık şiddetinin artması sıcaklığında artmasına yol açacak, artan sıcaklık solunumu hızlandıracaktır. Buna bağlı olarak, asimilasyonla üretilen organik maddenin artıma düşecek payı gittikçe azalacak ve bir müddet sonra yetersiz kalacağından bitkide "açlık ölümü" olayı görülecektir. Bu olayda, ışık ve gölge ağaçlarında, farklı ışık şiddeti ve sıcaklıkta başlamaktadır. Örneğin, düşük olan ışık şiddeti yükselmeye başlayacak olursa, gölge ağacı olan Gökvarda asimilasyon yükselmekte ve ışık şiddeti açığıdaki ışığın şiddetine eşitlenmeden bir azami değere ulaşmakta, bu şiddetten sonra gene bir azalma göstermektedir. Buna karşın, bir araştırmaya göre, ışık ağacı olan karaçamda, asimilasyon en yüksek değeri açığıdaki ışık şiddetinde gerçekleştirmektedir.

Laboratuvar koşullarında *Picea exelsa* üzerinde yapılan bir araştırmaya göre ışık şiddetinin yükselmesi net asimilasyon miktarını da yükseltmiştir. Ancak, asimilasyonun azami değere ulaşması daha yüksek ışık şiddetleri için daha yüksek sıcaklıklarda olmuştur, örneğin 3000 mumluk şiddete azami 11 °C'de, 10000 mumluk şiddete 15 °C ve 30000 mumluk şiddete 18 °C'de ulaşır.

Ağaç üzerindeki yaprakların hepsi aynı tipte değildirler. Benzer şekilde, bir ağaç yaşamı boyunca aynı tip yaprak taşımamaktadır. Işık isteği çok yüksek ağaçların dahi gençlikte bir müddet gölgeye dayanmaları bunların bu yaşlarda gölge tipi yaprak taşımaları ile açıklanmaktadır. Öte yandan, gölge ağaçlarında dahi, tam ışık alan tepe kısımlarındaki yaprakların ışık tipine dönüşükleri görülür.

Düşük ışık şiddetinin ani olarak yükseltilmesi yaprağın asimilasyon faaliyetini ani olarak yükseltmez. Solunumun artması nedeniyle nispi olarak bir düşme dahi görülebilir. Ancak, yaprağın yeni ışık koşullarına uyum göstermesinden sonra asimilasyonda artma başlamaktadır. Söz konusu bu artışın ortaya çıkması 3-5 yıl alabilir.

Assman'dan kısaltılarak alınan aşağıdaki tablo yaprak tiplerinin asimilasyon etkinlikleri hakkında bilgi vermek amacıyla gütmemtedir.

	Ağaç Türü				
	(1 gr taze yaprak ağırlığı için mg olarak miktar)				
	Yapraklı			İbrelili	
	Kayın	Meşe	Gökvar	Ladin	Çam
Net asimilasyon	3.74	2.51	1.00	0.87	0.91
Solunum	1.00	1.64	0.64	1.33	1.69



Tabloya göre, aynı miktar yaprak başına, yapraklılar ibrelilerden daha fazla asimilasyon yapmaktadır. Buna karşın, aynı alt bölüme giren türlerde, gölge ağaçları asimilasyon bakımından daha başarılıdır. Solunum değeri ise ışık ağaçlarında daha yüksektir.

## **2.2. Yaprak Miktarı ve Artım Arasındaki Bağntı**

Yaprak miktarı ile artım arasındaki bağntı tek ağaç ve meşcerede farklılık gösterdiğinden ayrı olarak açıklanacaktır.

### **2.2.1. Tek Ağaçta Yaprak Miktarı ile Artım Arasındaki Bağntı**

Tek ağaçta yaprak miktarının artması, başlangıçta, asimilasyon yapan miktarı yükselteceğinden, artımında yükselmesine yol açar. Ancak bu paralellik bir yaprak miktarından sonra bozulur. Zira söz konusu yaprak miktarından sonra, üst ve dıştaki yapraklar altta ve iç kısımlarda kalanların alacağı ışığın şiddetini azaltacak, dolayısıyla gölgede kalan yaprakların asimilasyon etkinliklerini düşüreceklerdir.

Birim yaprak miktarı başına düşen artım miktarı olarak tanımlanan yaprak etkinliği genç ağaçlarda daha yüksektir. Örneğin, genç ladinlerde, 1 kg ibre başına 0.75 m<sup>3</sup> odun üretimi yapılırken, yaşlı ladinlerde, aynı miktar ibre bunun üçte biri kadar, yaklaşık 0.27 dm<sup>3</sup> odun oluşturmaktadır. Bu durumun genç ağaçlarda gölge tipi yaprak oranının daha yüksek olması ve yeşil kısımların genç ağaçlarda daha yüksek oranda bulunmasından ileri geldiği kabul edilmektedir. Gerçekten, odun hacmi ile yaprak hacmi arasındaki oran ağaç yaşlandıkça % 50'ye yakın bir azalma göstermektedir. Genç ağaçlarda yaprakların daha etken olması nedeniyle, yaprak miktarının artması genç ağaçlarda artımdaki yükseliş oranının, yaşlı ağaçlara nazaran daha yüksek olmasına yol açmaktadır. Bu ilişki, ışık ve gölge ağaçlarında farklı olup, ışık ağaçlarında fark daha erken ortaya çıkmaktadır.

Yaş, yetiştirme ortamı ve büyüme alanı gibi diğer koşullar eşit tutulduğunda, ibrelili ağaçların toplam ibre yüzeyi yapraklı ağacın toplam yaprak yüzeyinden fazladır. Bu nedenle, ibrelilerde asimilasyon başarısının daha düşük olmasına karşın, ibrelili ağaçlar yapraklılardan daha yüksek artım gerçekleştirmektedir. Ayrıca, ibrelili ağaçların ibrelerini bütün yıl taşımaları onların artımlarının daha yüksek değere ulaşmasına neden olmaktadır. Ancak, yaprakların asimilasyona başlaması için daha çok ışık şiddetine ihtiyaç duyması ve ileri yaşlarda solunumun yükselmesi yüzünden ağaçlarda yaprak etkinliği azalmaktadır. Bu azalış, gölge ağaçlarında daha ileri yaşlarda kendini gösterir.

### **2.2.2. Meşcerede Yaprak Miktarı ile Artım Arasındaki İlişki**

Meşcerede hektar başına düşen yaprak miktarı, meşcerenin ışık veya gölge ağaçlarından oluşmasına göre değişmektedir. Gölge ağaçlarının oluşturduğu meşcerelerde asimilasyona katılan yaprak yüzeyi daha fazladır. Zira, gölge tipi yapraklar daha düşük ışık şiddetinde asimilasyon yapabilmektedirler. Buna karşın, ibrelilerin oluşturduğu meşcerelerdeki ibre yüzeyi miktarı daha yüksektir.

Meşcerenin bulunduğu yetiştirme ortamının özellikleri de meşceredeki yaprak miktarını etkilemektedir. İyi ortamdaki yaprak miktarı daha yüksektir. Ortam fenalaştıkça yaprak miktarı azalmaktadır. Buna karşın, aynı miktar odun meydana getirebilmek için, düşük bonitetlerde daha çok yaprak yüzeyine ihtiyaç vardır. Yaprak etkinliği denizden yükseldikçe değişmektedir. Ladinde yapılan bir araştırmaya göre, 1 m<sup>3</sup>'lük odun üretmek için 520 m

yükseklikte 2900 kg ibre gerekirken, 1800 m yükseklikte 6900 kg ibre gerekmektedir. Bu durum, yükseklerde sıcaklığın azalması, vejetasyon periyodunun kısalması, toprak özelliklerinin değişmesi gibi çevre koşullarında ortaya çıkan olumsuz nitelikler yüzündendir. Aynı etkinlik ekvatorundan uzaklaştıkça da beklenmelidir.

Gerçekleşen asimilasyon miktarı ile alınan ışık şiddeti ve havadaki CO<sub>2</sub> arasında sıkı bir bağıntı olduğundan, Meşceredeki ağaçların asimilasyon başarıları da farklıdır. Kayın ve göknar meşcerelerinde 1 m<sup>3</sup> odun üretmek için gölgede kalan kısımlarda, ışıktaki kalan kısımlara kıyasla, iki katı yaprak miktarına ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. Gölgede kalan dalların budanması artımda herhangi bir azalmaya yol açmaması, ışık alan tepe kısmının yaptığı toplam artımın en önemli kısmını oluşturduğunu göstermektedir.

Meşcerede, tepeden aşağılara inildikçe nispi ışık şiddeti ( $I / I_0$ ) ( $I$ = ışık şiddeti,  $I_0$ = açık alandaki ışık şiddeti) kuvvetle azalmaktadır. Nispi ışık şiddetindeki azalma,  $F_i$ = tepeden itibaren  $i$ 'nci metrenin üstünde kalan yaprak yüzeyi,  $k$ = bir katsayı olmak üzere,

$(I/I_0) = e^{-kF_i}$  fonksiyonu ile temsil edilmektedir. Çeşitli yüksekliklerdeki yaprak miktarları, tepen aşağılara doğru önce yükselmekte sonra tekrar azalmaktadır. Dolayısıyla, tam ışık alan yaprak yüzeyi, daha az ışık alan yaprak yüzeylerinden küçüktür. Tam ışık alan yaprak yüzeyinin diğerlerine oranı meşcere sıklığı ile yakından ilgilidir. Işık şiddetinin artması sıcaklığı da yükselttiğinden, fazla ışığı alan ağaçlar daha çok transpirasyon yapacaklardır. Yeterli suyun bulunması halinde, fazla transpirasyon daha çok besin maddesinin yapraklara ulaşmasına neden olacak, böylece daha iyi beslenen ağaç daha çok artım yapacaktır. Müdahale görmemiş dişbudak meşceresinde yapılan tespitler göre, galip ağaçların yaprak miktarı, toplam yaprak miktarının % 52'sini, yaptıkları artım ise toplam artımın % 66'sını oluştururken, bu oranlar orta galip ağaçlarda %32 ve %32, mağlup ağaçlarda %16 ve %2 olarak bulunmuştur.

Yukarıdaki açıklamalar ortaya koymaktadır ki, toplam yaprak miktarı ile artım arasında yakın bir ilişki olmakla birlikte, artımla daha yakın bir ilişki, ışık alan yaprak yüzeyi ile elde edilecektir. Ormancılıkta pek sık kullanılan tepe projeksiyonu yaklaşımı, tepenin ışık alan yüzeyini esas alarak artım-tepe büyüklüğü ilişkisini temsil eden denklemi daha iyi duruma getirebilir.

Burada bir hususa işaret etmek gerekir. Daha fazla tepe projeksiyonu büyüklüğü genellikle daha fazla artım anlamına gelmekle birlikte, birim tepe projeksiyonuna isabet eden artım değeri tepe projeksiyonu arttıkça azalmaktadır. Buna göre daha küçük tepeliler artım bakımından daha etkin olmaktadır. Bu sonuç büyük tepelilerde tam ışık alan kısımların nispi olarak daha küçük olmasına bağlanabilir. Dolayısıyla, yukarıda işaret edildiği gibi, tepe projeksiyonlarında tam ışık alan tepe kısmının projeksiyonu daha anlamlı olmaktadır.

### **2.3.Kök Sistemi ile Artım Arasındaki Bağntı**

Bir ağacın kök sistemi onun geotropik büyüme yapması ve topraktaki su ve besin maddeleri alması bakımından büyük önem taşımaktadır. En iyi kök sistemi toprak derinliğine ve enlemesine yayılış yapan sistemdir. Ancak, ağaçların kök sistemleri oldukça farklılık gösterir. Kök sisteminin oluşmasında toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri de önemli rol oynar. Ayrıca, tepe büyüklüğü ile kök büyüklüğü arasında paralellik bulunmaktadır. Ağacın bol ışık alması, diğer koşullar uygunsa, köklerin daha büyük olmasına yol açmaktadır. Ağacın kök büyüklüğü ve şekli üzerinde ağaç yaşının da etkisi bulunmaktadır. Ağaçlar yaşlandıkça

kökleri dağınık şekle dönüşmektedir. Kazık köklü bilinen çamlar zengin topraklarda derinlere giden kök yapmamaktadır. Buna karşın, kayın ve göknar çok derinlere ve uzaklara gide kök yapısı göstermektedirler. Özetlemek gerekirse, kök sistemi, ağaç türü, toprak özellikleri, tepe büyüklüğü, ışık alma derecesi ve ağacın yaşına bağlı olarak değişebilmektedir.

Bazı tespitlere göre, kayında, kökler toprak üstü gövde hacminin %20-30'una, sarıçamda %20-25'ine eşit olmaktadır. Başka bir araştırmaya göre, bir hektar alandaki kök uzunluğu meşede 739 km, kayında 2520 km'ye kadar varmaktadır.

Kök sisteminin, özellikle, geçmiş yıllara ait değerlerini bulmadaki zorluk nedeniyle, bu konudaki bilgiler daha çok örnek olarak seçilen ağaçların köklerinden elde edilen miktarların genelleştirilmesi ile elde edilmişlerdir. Ayrıca, köklerin topraktan çıkarılması sırasında, ince köklerin tahrip olması yüzünden çok kez belirli bir çaptan, örneğin 5 cm'den, daha ince çapların hacim veya ağırlıkları tayin edilmemektedir. Bu kısıtlamalar altında yapılan tespitler göstermiştir ki daha büyük kök yapısı daha çok artımla kuvvetli bir bağıntı göstermiştir.

### 3. Yetiştirme Ortamının Özellikleri

Yetiştirme ortamının özellikleri o yerin fizyografik, edafik, iklimik ve biyotik etkenlerinin ortak etkileri sonucu ortaya çıkmaktadır. Burada söz konusu etkenlerin kendi nitelikleri daha önem taşımakla birlikte, ortak etkinin ortaya çıkışında "minimum etken" daha büyük bir ağırlık taşımaktadır. Bu minimum etkinin iyileştirilmesi, diğer etkenlerin katkılarını da değiştirmektedir. Örneğin, anataşları aynı olmakla birlikte, sıcaklık ilişkisinin farklı olduğu bölgelerdeki topraklar besin maddesi bakımından ciddi farklılıklar gösterirler. Aynı toprak tipinin su biriktirme kapasitesi topraktaki humus oranı ile değişebilmekte, böylece aynı toprak tipinde farklı humus oranları farklı su ekonomisi gösterebilmektedir.

Fizyografik, edafik, iklimik ve biyotik etkenlerinin ortak etkileri sonucu belirlenen yetiştirme ortamının, mevki, eğim ve bakı, iklim elemanları olan ışık, sıcaklık, yağış ve rüzgar ile toprak özelliklerine göre tanımlandığı, sözü edilen bu elemanların bitkilerin varlığı ile yayılışlarını ne yönde etkilediği ekoloji dersinde açıklandığından burada anlatılmayacaktır.

Yukarıda değinildiği gibi, yetiştirme ortamı etkenlerinin yetiştirme ortamının özelliklerini belirlemedeki rolleri diğer etkenlerin düzeyleri ile çok sıkı ilişki gösterdiğinden, söz konusu etkenlerin artım ve büyüme olayı bakımından incelenmeleri oldukça güçlükler göstermektedir. Bu nedenle, örneğin, meşcere verim gücünün yetiştirme ortamı özelliklerinden tümü veya bir kısmına göre belirlenmesi yeterince başarılı olamamaktadır. Genellikle, besin maddesi yönünden zengin topraklarda büyüme daha iyidir. Ancak, toprağın besin maddesince zengin olması bitkilerin bu besin maddelerinden kolaylıkla yararlanacağı anlamına gelmemektedir. Örneğin, asidik topraklarda Ca, Mg ve K gibi elementler ağaçlar tarafından kolayca alınamamaktadır. Bazı topraklarda ise Fe ve Hn'nin alımı zordur.

Her bitkinin gelişim gösterdiği bir optimum sıcaklık vardır. Bir yerin sıcaklığı ekvatorundan uzaklığa, denizden yüksekliğe, bakı ve eğime göre değiştiğinden bu faktörlerde bitkinin gelişmesini ve yayılışını yönlendireceklerdir. Bilindiği gibi, bitkilerin sıcaklık konusundaki duyarlılıkları farklıdır. Bazı türler (kızılçam gibi) daha yüksek sıcaklık iste ve yetiştirebildikleri sıcaklık farkları az iken, bazı türler (sarıçam gibi) daha farklı sıcaklıklarda yer alabilmektedir.

Ağaç türlerinin rutubet istekleri de farklıdır. Bir yerdeki mutlak yağış yanında bu yağışın aylara dağılımı da önemlidir. Yağıştan yararlanma yağış şekli ve yağış hızı ile yakından ilgilidir.

Ağaç gövdesinin şekillenmesinde en etkili çevre faktörü rüzgar olarak kabul edilir. Rüzgar aynı zamanda ağacın tepe çevresindeki CO<sub>2</sub> miktarını dengelemede de rol oynamaktadır. Asimilasyonla CO<sub>2</sub>'i tüketen hava, rüzgarla uzaklaştırılarak yerine CO<sub>2</sub>'çe zengin yeni hava getirilmektedir. Öte yandan rüzgarın transpirasyonu artırıcı rolü vardır. Rüzgar, ağaçlarda reaksiyon odununun oluşumuna da neden olmaktadır.

Özellikle vejetasyon periyodu içinde, erken veya geç donlar, su kıtlığı veya aşırı sıcaklık gibi, kendini gösterecek olan olumsuz hava koşulları bitki ve meşcere büyümesini ciddi ölçüde engellemektedir. Hava halleri ile yıllık halka genişlikleri arasındaki bağıntı, yıllık halkaların incelenmesi ile geçmiş yılların hava koşulları hakkında bilgi elde etmede kullanılmaktadır.

Hava halleri ile yıllık halka genişliği arasındaki bağıntı odunun mekanik özelliklerini de etkilemektedir. İbrelilerde, daha geniş yıllık halkalarda bahar odunu miktarı fazladır. Bu durum, ibrelilerde, özgül ağırlığın daha küçük olmasına yol açmaktadır. Yapraklılarda, yaz-ilkbahar odunu oranı değişmediğinden, daha geniş halkaların özgül ağırlıkları daha büyüktür. Özgül ağırlığın büyük oluşu yapraklı ağaçların odununun mekanik direncini yükseltmektedir. Bu nedenle, örneğin, mobilya sanayinde, işlenmesi daha kolay olan dar halkalı yapraklı ağaçların kerestesi tercih edilmektedir. Buna göre, hava halleri ile değer artımı arasında da bir ilişki bulunmaktadır.

#### **4. Uygulanan teknik Müdahaleler**

Daha önce değinildiği gibi, teknik müdahaleler, ağaç ve meşcereye uygulananlar ve yetiştirme ortamına uygulananlar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Ağaç ve meşcereye uygulanan müdahaleler, meşcere tesisi, meşcere bakımı ve meşcere işletme şeklini içeren silvikültürel müdahalelerdir.

##### **4.1.Uygulanan Silvikültürel Müdahaleler**

###### **4.1.1. Meşcere Tesisi**

Meşcere ekim veya dikim yapılarak yapay olarak kurulabildiği gibi, doğal yolla, tohum veya sürgünden oluşturulabilmektedir. Doğal yolla tohumdan oluşan ağaç yada meşcerelerin başlangıçtaki gelişmeleri oldukça yavaştır. Buna karşı, üst tabakada çoğu kez tohum ağaçlarının bulunması ve bunların artımları meşcerenin gençleştirilmesi sırasında, artımın çok küçük değerlere düşmesini engellemektedir.

Tohumla gençleştirmede, birim alanda çok sayıda fidan bulunduğundan fidan başına düşen büyüme ortamı çok küçüktür. Fena bonitetlerde yağışın da düşük düzeylerde olması durumunda bireylerin ölümlerle meşcereden uzaklaşmaları dahi artımın yükselmesi için yeterli olmamaktadır. Anacak, bu konuda ağaç türünün rolü vardır. Ladin için söz konusu olan bu husus, sarıçamda açık olarak görülmemekte, ölümle meşcereden çıkan her bireyle, diğerlerinde artımın yükselmesine katkıda bulunmaktadır. İyi bonitetlerde ise birim alandaki birey sayısının azalması artımı hızlandırmaktadır. Özellikle düşük bonitetlerde, Meşceredeki birey sayısının genç yaşlarda azaltılmaması durumunda, ilerde yapılacak aralama kesimleri artımı hızlandırmamakta ve sonuçta üretim kaybına yol açmaktadır.

Dikim yoluyla meşcere tesisinde, fidanların gelişmiş kök ve tepe yapılarına sahip olmaları ve birim alandaki fidan sayısının, doğal gençleştirmeye nazaran çok az olması nedeniyle, başlangıçtan itibaren artım hızı yüksektir. Ancak dikimde aralık ve mesafenin ne olacağı, yetiştirme ortamına, ağaç türüne ve ekonomik duruma bağlıdır. İnce odunların değerlendirilebildiği pazar koşullarında ve iyi bonitetlerde başlangıçta aralık ve mesafeyi küçük tutmak, bir müddet sonra kesimlerle fidan sayısını azaltmak değer artımını yükseltmektedir. Fena bonitetlerde, pazar şartları iyi olsa dahi aralık mesafesi iyi bonitetlerden daha büyük tutulmalıdır.

Dikimle oluşturulan meşcerelerin, özellikle genç ve orta yaşlara ait büyüme eğrileri, doğal yolla tesisi edilmiş meşcerelerin büyüme eğrilerinden farklıdır, aynı bonitetler için, daha yukarıdan seyredir. İki eğri ancak ileri yaşlarda birbirlerine yaklaşmaktadır. Bu nedenle, büyüme eğrilerinden yararlanılırken bu durum gözden uzak tutulmamalıdır.

#### **4.1.2. İşletme Şekli**

Üç çeşit işletme şekli söz konusudur. Bunlar baltalık, korulu baltalık ve kuru işletmeleridir.

Baltalıklarda, meşcere sürgünden gelişen bireylerden oluşmaktadır. Köklerin sürgünden daha yaşlı, dolayısıyla gelişmiş olması, fidanların gelişmelerinin başlangıçtan itibaren hızlı olmasına yol açmaktadır. İdare süresinin kısa oluşu nedeniyle, baltalıklarda ince odun üretimi yapılmaktadır. İnce odunlarda mineral madde miktarı fazla olmasına karşın dal, devrik vb. gibi artıklarla depolanmış besin maddelerinin toprağa iadesi üzerinde durulacak düzeyde olmadığından, toprak çabuk yorulmakta ve bir müddet sonra meşcerede verim düşüklüğü görülmektedir. Meşceredeki verim düşüklüğünün bir diğer nedeni, köklerin çok yaşlanmasıdır. Bu durumda, köklerin alandan uzaklaştırılarak yenilerinin getirilmesi gerekir.

Korulu baltalıklarda, alt tabakada baltalık, üst tabakada kuru yer almaktadır. Alt tabakada baltalığın var olabilmesi veya devam edebilmesi için kuru tabakasının tepe kapallılığı olarak belirgin bir değeri (kritik örtü) veya belirli bir hacmi (kritik hacim) geçmemesi gerekir. Bu nedenle, kuru tabakasını arttırarak, korulu baltalıklarda korulara göre daha çok verim elde etmek mümkün olamamaktadır.

Koru işletmesinde, toprağın devamlı ağaçla kaplı olması, dolayısıyla büyümedeki devamlılık, ince odun oranının azlığı, dal vb. artıklarla topraktan alınan besin maddelerinin bir kısmını gene toprağa iade edilmesi, devamlı kapallılığın, tohum, kozalak gibi üreme organlarının oluşmasını geciktirmesi gibi nedenlerle verim diğer iki işletme şekline göre daha yüksektir.

Henüz tam bir açıklığa kavuşturulamamış olan husus, seçme ormanları, karışık meşcereler ve saf korular arasında hangisinin daha çok verim sağladığıdır.

Seçme ormanlarında, düşey kapallılığın daha iyi, dolayısıyla asimilasyona katılan yüzeyin daha çok olması, üst tabakadaki dalgalı kuruluş nedeniyle tam ışık alan yüzeyin daha fazla, buna bağlı olarak büyümenin daha yüksek olması gerektiği düşüncesiyle seçme ormanlarında verimin daha yüksek olacağı beklenmektedir. Bütün bunlara rağmen, eşit yaşlı korularda kalın ağaç oranı seçme ormanlarına nazaran daha fazladır. Seçme ormanında ağaçların bir kısmı baskı altında kaldıklarından artımları düşüktür. Bu yüzden, eşit yaşlı korularda yalnız cari artım değil, aynı kesim yaşı için, genel ortalama artımda seçme

ormanlarından daha büyüktür. Buna göre, düşey kapalılık artımı azaltıcı bir rol oynamaktadır. Bazı araştırma sonuçlarına göre, seçme ormanında değer artımının değer artımının daha yüksek olduğu ileri sürülmekteyse de, bu sonuç karşılaştırılan meşcerelerin kesim yaşlarının aynı olmamasından ileri gelmiştir.

Karışık korularla saf koruların karşılaştırılmasında da seçme ormanına benzer durum görülmektedir. Özellikle, ışık ve gölge ağaçlarının oluşturduğu karışık meşcerelerde düşey kapalılığın daha iyi olduğu, dolayısıyla bu meşcerelerde artımın daha yüksek olarak gerçekleştiği ileri sürülmektedir. Ancak, bu iddiayı destekleyecek elde yeterli çalışma sonucu bulunmamaktadır.

Karışıklığa katılan ağaçların kök sistemlerinin farklı olması durumunda kazık köklüler ile sığ köklüler toprağın farklı derinliklerinden yararlanacağından aralarında bir kök rekabeti olamayacak, ayrıca topraktan daha büyük oranda yararlanılmış olunacaktır. Bununla birlikte, söz konusu kök sistemindeki ağaçların karışıma sokulabilmesi için o yöredeki yağış toplamının buna izin vermesi gerekmektedir. Az yağış durumunda, bundan sathi köklüler yararlanacak, derin köklüler ise kuraklıkla karşılaşacaklardır.

Karışık meşcerelerde diğer bir husus, bu meşcerelerin silvikültürlerinin saf meşcerelere nazaran daha güç olduğudur. Kesim yaşında öngörülen karışıklık oranını sağlamak için, başlangıçtan itibaren hangi karışıklık oran ve şeklinin tesis edilmesi ve bu karışıklığın amaca ulaşacak şekilde denetlenmesi oldukça zor ve dikkat isteyen teknik bir iştir.

#### **4.1.3. Meşcere Bakımı**

Meşcere bakımı ile kastedilen, sıklık çağından sonra, ağaçlar arası rekabete, meşcere kapalılığını bozmadan yapılan müdahalelerdir. Bu müdahalelerin amacı, sağlıklı ağaçlara daha çok büyüme ortamının yaratılması, meşcere dayanıklılığının artırılması ve meşcereyi gençleştirmeye hazırlamaktır. Aynı zamanda bu müdahalelerle çıkarılan servet işletmeye ara gelir sağlar. Ancak, böyle bir gelirin olup olmadığı ve miktarı ormancılığın teknik düzeyine ve pazar koşullarına bağlıdır.

Aralama kesimleri ile ilgili çalışmalar ikiyüz yıl öncelerine kadar uzanmakta ve daha çok Orta Avrupa ülkelerinde görülmektedir. Aralama kesimleri ve artım arasındaki bilgilerimizi bu tarihlere başlayan çalışmalara borçluyuz.

Sözü edilen bu çalışmalarda aralama kesimleri kesim objesi bakımından, alçak aralama ve yüksek aralama olmak üzere iki şekle ayrılmıştır. Alçak aralama kesimleri ise zayıf alçak aralama, ılımlı alçak aralama ve şiddetli alçak aralama olmak üzere üç şiddetten uygulanmıştır.

Zayıf alçak aralamada (A- derecesi) ölü ve ölmekte olan ağaçlarla, yatık ve hastalıklı ağaçlar çıkarılırken, ılımlı aralamada (B- derecesi) ölü ve ölmekte olan ağaçlar, eğik veya mağlup ağaçlar ile kırbaçlayıcılar, hastalıklılar ve budama ile ıslah edilemeyecek kötü şekilli ağaçlar çıkarılmaktadır. Şiddetli alçak aralamada (C-derecesi) meşcerede yalnız normal tepe gelişimi yapan ve iyi gövdeye sahip ağaçlar bırakılmakta, fakat tepe kapalılığının bozulmamasına özen gösterilmektedir. Meşcerede bırakılan gövdelerin meşcereye muntazam dağıtılmasına da ayrıca dikkat edilmektedir.

İstikbal ağaçlarının korunmasını amaçlayan yüksek aralama şiddet derecesi bakımından, zayıf yüksek aralama ve şiddetli yüksek aralama olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Zayıf yüksek aralamada, ölü ve ölmekte olanlar, eğik ağaçlar, kötü şekilli, hastalıklılar, çatal gövdeliler, çok geniş tepe yapmış olanlar, kırbaçlayıcılar, değer ağaçlarını sıkıştıran üst durumlu ağaçlar kesilmektedir. Tepe kapalılığının bozulmaması için kesimler tedricen yapılabilmektedir.

Şiddetli yüksek aralamada dikkat, kesim yaşında alanda bulunması öngörülen fertler üzerinde toplanmıştır. Bu nedenle, söz konusu ağaçların gelişmesini engelleyen bütün ağaçlar sahadan uzaklaştırılmaktadır. Doğal olarak, hasta, ölmüş veya ölmekte, eğik gövdeli ve kamçılıyıcılar ile aşırı tepeli olanlar da çıkarılmaktadır.

Söz konusu aralamalar kayın (*Fagus sylvatica*), ladin (*Picea exelsa*), sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve meşe (*Quercus sessiliflora*) meşcerelerinde uygulanmış ve sonuçları çeşitli araştırmacılar tarafından değerlendirilmiştir. Farklı tarihlerde yapılan değerlendirmelerde birbirleriyle çelişen yargılara varılmıştır. Örneğin, 1911 yılında Schwappach, şiddetli alçak aralama uygulayarak, kayın meşcerelerinden daha yüksek verim elde edebileceğini ileri sürmüştür. 1931 yılında Wiedemann aynı verileri kullanarak, kayın meşcerelerinde 20 ile 40 m<sup>2</sup>'lik bir göğüs yüzeyi aralığında artımda belirgin fark görülmediğini savunmuştur. Baader ise, 1935 yılındaki değerlendirmesinde şiddetli aralamanın kayın meşcerelerinde daha yüksek bir verim sağladığını hesaplamıştır.

Değerlendirmelerdeki bu farklılıklar, belirli bir aralama şiddetinin deneme süresince devam ettirilmemesi ve şiddetler arasındaki farkların korunmaması, kararlaştırılan deneme alanlarının bonitetlerinin aynı olmaması, bir aralama şiddetinin iyi ve fena bonitetler ile çeşitli doğal gelişme safhalarında aynı önemi taşıyamaması gibi nedenlerden ileri gelmektedir. Hatırlanacağı gibi, dikim aralıklarının düşük bonitetlerde daha geniş tutulması gerekmektedir. Bu nedenle, iyi bonitetteki ılımlı aralama ile düşük bonitetteki ılımlı aralamanın aynı etkiyi göstermesi beklemez. Ayrıca, aralamanın yapıldığı tarihte meşcerenin içinde bulunduğu doğal gelişme safhası da aralamanın yarattığı olumlu ortamdan yararlanma bakımından önemlidir. Gecikmiş bir aralama artım yönünden pek etkili olamayacaktır. Burada belirtilmesi gereken bir diğer husus, gözlemlerin devam süresidir. Bu sürenin yeterli uzunlukta olmaması yanıltıcı yargılara yol açabilmektedir.

Yukarıda sözü edilen eksiklikler karşın, araştırmacıların birleştiği nokta, aşırı durumların dışında, aralama şekil ve şiddetlerinin genel hacim verimi üzerinde belirgin bir etkisi olmadığı, diğer bir deyişle, aralamanın genel hacim verimini değiştirmediği şeklindedir. Ancak, değer gelişmesi yönünde durum ılımlı aralama yapılan meşcereler lehine bulunmuştur. Bununla birlikte, değer artımında da aralamaların başladığı yaş önem kazanmaktadır. Türler arasında fark bulunmakla beraber, değer artımı için, aralamaların ağaçlık devresinden önce başlamaları gerekmektedir.

Aralama kesimlerinin diğer bir katkısı, meşcere saflığını iyileştirmesi, çeşitli zararlara karşı da daha dirençli kılmasıdır.

## 4.2.Uygulanan Kültürel Tedbirler

Bu kısımda kültürel tedbirlerle, daha çok toprak üzerinde yapılan uygulamalar, bunlardan da toprağın gübrelenmesi, drenaj kanallarının açılması, toprağın işlenmesi gibi tedbirler söz konusu edilecektir.

Orman içinde veya çevresinde su kanallarının açılması veya benzeri tesislerin yapılması orman toprağındaki su düzeyini önemli ölçüde düşürebilmekte, bu durumda verimin azalmasına yol açmaktadır. Almanya'da 1860'larda Rhino nehrinin yatağında yapılan bir düzeltme, civardaki orman toprağındaki su düzeyinin 4 m alçalmasına yol açmış, başlangıçta 9 m<sup>3</sup> olan artım 1950 yılında 2 m<sup>3</sup>'e düşmüştür. Artımın bu derece düşmesinde, bu yörenin az yağış almasının da katkısı olmuştur.

Saf ibreli ormanların aynı toprak üzerinde uzun süre devam ettirilmesi toprak asiditesinin artmasına, kalın ham humus oluşmasına, toprak potositesinin düşmesine neden olmakta, bu durum meşcere veriminin azalmasına yol açmaktadır.

Verim bakımından olumsuz diğer iki etken, orman içinde açılan geniş yollar ve bitki artıklarının meşcereden çıkarılmasıdır. Açılan yol civardaki şeritte yer alan ağaçlarda oluşacak, büyüme enerjisinin dip çapta toplanması, dallanmanın artması ve reaksiyon odunu oluşumu kalite düşmesine yol açtığı gibi, bu ağaçlarda artım önemli oranda azalmaktadır. Bu konuda, açılan alanın bakısı da rol oynamakta, söz konusu olumsuz durumlar güneşli bakılarda daha belirgin olmaktadır.

Dal, yaprak, kozalak vb. bitki artıklarının çıkarılması da meşcerede artımı büyük ölçüde azaltabilmektedir. Bilindiği gibi, meşcere toprağındaki azotun en önemli kaynağı bitki artıklarıdır. Bitki artıklarından temizlenmiş bir meşcerede bitki artıkları birikmesine tekrar izin verilse bile, toprağın eski azot miktarına ulaşması için 80-100 sene gibi bir zamanın geçmesi gerekmektedir. Bitki artıklarının çıkarılmasının, toprak faunası ve florası üzerinde de olumsuz etkileri olmaktadır.

### 4.2.1. Orman Toprağıının Gübrelenmesi

Orman topraklarının gübrelenmesi, toprak ıslahı için yapılan uygulamalardan bir tanesidir. Gübrelenme ile ilgili deneyler nispeten yeni olmakla birlikte sonuçları oldukça kapsamlıdır. Ancak, bütün sorunların çözümlendiği de ileri sürülemez.

Söz konusu denemelerde ikisi Almanya'da Wiedemann ve Wittich tarafından, Fichtelgebirge ve Vogtland bölgelerinin, artıkların kullanılması nedeniyle fakirleşmiş kil topraklarında yetişen meşcerelerde yapılmıştır. Bu dönemler de, toprağı örten ham humus tabakası, toprak işlenmesi ve kireçleme ile açılarak toprağına önce fosforik asit ve potasyum verilmiş, arkasından alana getirilen baklagiller toprağına azot içeriğini yükseltmişlerdir. Bu işlemlerden sonra toprakta iyi bir humus tabakası oluşmuş ve artım hızlanmıştır. Wiedemann'a göre yalnız toprağına kireçlenmesi, genç ladin meşcerelerinde boy artımının, onyediyıl içinde işlem görmemiş meşcerelere nazaran iki misli artmasını, kireçlemenin yanında baklagillerin yetiştirilmesi ise boy artımının onüç yılda 3 misli artmasını sağlamıştır.

Münich'in güneyinde yer alan ve uzun zaman bitki artıklarının kullanılmadığı saf ladin meşcerelerinde toprağı işlemeden, yalnız yüzeye kireç yaymak ve sonra alanda acı bakla yetiştirmek toprak özelliklerini büyük ölçüde iyileştirmiştir. Ancak bu işlemlerle, toprak



asiditesinin çok azalmasına, özellikle ladinlerde, bazı kök hastalıklarına yol açabileceğine de işaret edilmektedir.

*Picea exelsa* ve *Pinus sylvestris* ile yapılan denemelerde, ladinlerin gübrelemeden daha çabuk etkilendikleri görülmüştür. Bu durum, sarıçamın derin köklü olmasına bağlanmaktadır. Ladinler, fosforik asitle gübrelemede daha başarılı bulunmuşlardır.

Meşcere içindeki ağaçların gübrelemeye tepkileri de farklıdır. Üst tabakadaki ağaçlar gübrelemeden daha çok yararlanmakta, mağlup durumlu ağaçların tepkisi çok küçük kalmakta veya hiç olmamaktadır.

Gübrelemede, diğer besin elementleri arasındaki dengenin göz önünde tutulması önem kazanmaktadır. Örneğin, fosfor bakımından fakir bir toprağa azot verilmesi, istenen sonucu sağlamaya yetmeyecektir. Azot / fosfor oranının bozulması, melezlerde verim düşüklüğüne yol açmıştır. Zira, oranca düşük element “kısıtlayıcı etken” durumuna gelmektedir.

Dengeli gübreleme uygulamaları yalnız boy artımını değil, aynı zamanda çap artımını da yükseltmektedir. Bu şekilde genişleyen yıllık halkaların özgül ağırlıklarının azalmadığı, dolayısıyla kalite düşmesi olmadığı tespit edilmiştir. Bu konuda ağaç yaşı önem taşımaktadır. Genç meşcereler bu bakımdan daha uygun bulunmaktadır.

Yukarıda sözü edilen olumlu sonuçlara karşın gübreleme ile ilgili bir çok sorun henüz doyurucu bir çözüme ulaştırılmış değildir.

Gübreleme bir masrafı gerektirmektedir. Gübreleme ile elde edilecek artımın bugün kü not değerinin bu masrafı karşılması gerekir. Bugüne indirgenmiş not geliri ise pazar fiyatları ile doğrudan ilişkilidir. Böylece, ekonomik koşulların yeterli olmadığı yörelerde gübrelemeye gidilmesi gelir kaybına yol açacaktır. Ayrıca, geleceğe ilişkin fiyat ve hacim tahminlerinde belirsizlik olduğu unutulmamalıdır.

Gübrelemenin hangi yörelerde ve meşcereye hangi yaşta uygulanacağı da açıklığa kavuşmuş değildir. Gübreleme kendisine en çok ihtiyaç duyulan yörelerde yetersiz kalmaktadır. Gübrelemede amaç verimi yükseltmektir. Buna göre, gübrelemenin en çok düşük bonitetlerde yapılması düşünülebilir. Ancak, böyle yörelerde verim düşüklüğü yalnız, söz gelimi azot, potasyum veya fosfor noksanlığı yüzünden değildir. Bu konuda başka etkenlerde söz konusu olabilmektedir. Örneğin, toprağın su muhtevası, derinliği vb gibi. Bu yüzden, bu yörelerde gübreleme tek başına verim artımını sağlayamayacaktır.

Gübrelemenin hangi yaşlarda yapılması ve ne süre devam edilmesi gübreleme ile ilgili diğer iki sorundur. Araştırma sonuçlarına göre, genç ve orta yaşlılıktaki gübrelemeler en uygun olarak bulunmuştur. Bu sonuçta pazar koşullarının katkısı unutulmamalıdır. Ekonomik koşulların yetersiz kaldığı pazarlarda bu kadar erken gübreleme parasal gelir bakımından olumsuz sonuç sağlayabilir. Ayrıca, bu sonucu orman işletmesinin rantabilitesi de, sabit masrafları düşük veya yüksek olmasına yola açmak suretiyle etkilemektedir.

Düşük bonitetlerde meşcere altına baklagillerin getirilmesi toprak özelliklerini iyileştirmekte ve toprağın azot içeriğini yükseltmekteyse de, meşcere altına baklagillerin getirilmesi için, toprağı örten ham humusun açılması, toprağın işlenmesi, fosforca fakir olan toprağın gübrenmesi ve yeterli ışığı sağlamak için meşcere kapalılığının kırılması gerekir. Meşcere kapalılığının kırılması meşcereden bir miktar servetin uzaklaştırılması demektir.

Ayrıca toprak işleme köklere zarar verebildiği gibi gübreleme ile birlikte belirli bir masrafı da gerektirmektedir.

Gübreleme ile ilgili göz önünde tutulması gereken bir diğer husus, gübrelemenin yol açacağı yan etkiler, özellikle gübrelemenin kullanılan suyu ne yönde etkilediğidir. Bu konuda, açık bilgiler elde bulunmamakla birlikte, gübrelemenin dere ve göl sularında kimyasal reaksiyonu değiştirdiği, gübrelemenin toprakta arttırdığı mikroorganizma faaliyeti sonucunda da, bu organizmalardan bir kısmının sulara karıştığı, bu yüzden de durgun sularda oksijen kıtlığının doğabileceği tespit edilmiştir.

Yukarıda yapılan açıklamalar özetlenecek olursa, gübreleme boy ve hacim artımını yükseltmekte ancak, ağaç türlerinin gübrelemeye tepkileri farklı olmaktadır. Gübreleme bir masraf gerektirdiğinden, gübrelemenin ekonomik yönü dikkate alınmalıdır. Gübrelemede dikkat edilmesi gereken en önemli husus, dengeli bir gübreleme yapmaktır. Aksi halde verim düşüklüğü bile söz konusu olmaktadır. Düşük bonitetlerde gübreleme çok kez iyi sonuç vermeyecektir. Düşük bonitetlerde yeşil gübrelemeye gidilmesi her zaman kimyasal gübrelemeden daha ucuz olamamaktadır.

## BÖLÜM V

### Artım ve Büyüme Kanunları

#### 1. Genel Bilgiler

Daha önce değinildiği gibi, tek ağaç ve meşcerede artım ve büyüme ilişkilerinin bilinmesine, ormancılığın teknik ve ekonomik faaliyetlerini kararlaştırmak, yönlendirmek ve sonuçlarını değerlendirmek bakımından ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak, söz konusu bu bilgilerin elde edilmesi bazı özellikler ve güçlükler arz etmektedir.

Her şeyden önce, artım ve büyüme ilişkileri en iyi olarak, ağaç ve meşcerelerin çeşitli bakım ve çevre koşullarındaki gelişmelerini gözlemek ve ölçme yolu ile elde edilebilir. Ancak, gözlem ve ölçme süresinin çok uzun olması ve bu zaman zarfında canlı varlıklar olan ağaç ve meşcerelerin bir takım tehlikelerle karşılaşabilmesi, araştırmayı yürüten elemanların değişmesi ve bu durumun farklı uygulamalara yol açabilmesi uzun süreli gözlemlerden beklenen sonuçların istenilen güvenilirlikte olmasını engelleyebilmektedir.

Ağaç ve meşcereler doğaya açık varlıklardır. Rüzgar, sıcaklık, rutubet vb. hava olayları ile bitkinin üzerinde yer aldığı toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ve diğer etkenlerin, laboratuvar koşullarında olduğu gibi denetlenememesi, artım ve büyüme ilişkilerinin ortaya konmasında diğer bir güçlük kaynağı olmaktadır. Değinilen bu olumsuz durumlara karşın, yapılan araştırmalarla elde edilen veriler artım ve büyüme ilişkilerinin, karar verecek düzeyde olacak şekilde ortaya konmasına olanak vermektedir.

Uzun süreli ölçmelerin sakıncalarından kurtulmak için izlenen yol, meşcerelerdeki yeteri tekerrürde ve bir büyüme serisini oluşturacak şekilde bir defalık ölçmeler yapmak, tek ağaçta ise gövde analizine gitmektir. Gövde analizinin ve bir defalık ölçmelerin en büyük sakıncası elde edilen değerlerin geçmişte maruz kaldığı koşulların bilinmemesidir. Bugün birçok bakımdan benzer görülen iki meşcerenin veya iki ağacın geçmişlerinin de tamamen aynı koşullar altında geçtiği her zaman iddia edilemez. Bu nedenle, ölçme sayılarını çoğaltmak söz konusu sakıncayı en aza indirmek ve farklılıkları daha belirgin hale getirmek bakımından önem taşımaktadır.

Artım ve büyüme ile ilgili ölçmeler, toplumunu en iyi şekilde temsil etmesi için dikkatle seçilmiş ve dolayısıyla birer örnek olan deneme ağaçlarında ve deneme alanlarında yapılmaktadır. Bunlardan elde edilen veriler de tek ağaç ve meşcere artım ve büyüme ilişkilerini belirlemede kullanılmaktadır. Deneme ağaçlarının nasıl kararlaştırılacağı araştırma amacına bağlıdır. Bazen serbest büyüyen ağaçların deneme ağacı olarak alınabileceği gibi, amaca göre, meşcere içindeki çeşitli sosyal tabakadaki ağaçlardan da deneme ağacı alınabilir. Bununla birlikte, artım araştırmaları için seçilen deneme ağaçları tam galip ve kesim yaşına ulaşmış sağlıklı ağaçlardır. Deneme ağaçları esas itibarıyla tek ağacın gelişme kabiliyetini belirleme amacıyla kullanılmakta iseler de, müşir meşcere metodunda olduğu gibi, meşcerelerin hangi büyüme serisinin parçası olduğunu belirlemede de kullanılmaktadır.

Meşcerelerin gelişmesinde deneme ağaçlarının gelişmelerinden yararlanmak akla gelebilir. Böyle bir yol isabetli değildir. Zira, meşcere dinamiği, meşcere gelişiminin deneme ağacı yardımıyla belirlenmesini engellemektedir. Ölçme tarihinde ağacın o zamana kadar yaptığı organik artımın hemen tümü hazırken, meşcerede o tarihe kadar meydana gelen

artımın iki kısmı ölüm ve kesimlerle meşcereden uzaklaşmıştır. Bu yüzden meşcere orta ağacı olarak seçilen ağaç, eskiden beri bu özelliği taşıyan bir ağaç değildir. Meşceredeki ağaçlar arasında güneş ışığı ile topraktaki su ve besin maddeleri için rekabet cereyan ederken, birbirlerini rüzgarın olumsuz etkisinden korumak, meşcere içi sıcaklığı ve rutubet ekonomisini değiştirerek ortamı yaşam ve değer artımı için daha uygun duruma dönüştürmek gibi karşılıklı etkiler vardır. Bunlara ek olarak Meşceredeki sosyal tabakalar arasında ağaç alışverişi olmaktadır. Bugün orta galip tabakadaki bir ağaç geçmişte tam galip durumda olabilmektedir. Bu yüzden, eşit yaşlı meşcerelerde, çap-boy eğrisi meşcere yaşlandıkça yukarı kayar, yani aynı çap için boy daha uzundur. Bütün bu etki ve özelliklerin orta ağaç üzerinde yapılacak analizlerle ortaya konması beklenemez. Bu nedenle, artım ve büyüme ilişkileri tek ağaç ve meşcere için ayrı ayrı ele alınacaktır.

## **2. Tek Ağaçta Artım ve Büyüme Kanunları**

Bir ağacın hacim ve hacim elemanları ile değer gelişmesini, bunların çeşitli yaşlarda yaptıkları artımları tespit için iki yol söz konusudur. Bunlardan birincisi, ağaçta çok genç yaşlardan itibaren ölçme ve gözlemler yapmak, diğeri gövde analizi ile geçmişe ait değerleri bulmaktır. Birinci yol çok uzun zamanı gerektirmekte, ikinci yol ise ağacın geçmişte maruz kaldığı etkileri hakkında yeterli bilgi vermemektedir. 100-150 yıl veya daha fazla bir zaman periyodunda oluşan büyümenin çeşitli yaşlardaki değerleri birkaç gün gibi çok kısa içinde elde edilebilmesi nedeniyle, gövde analizi, tek ağaca ait bilgilerin temininde en çok kullanılan yaklaşımdır.

Gelişmelerine ilişkin bilgiler, genellikle, ağaçlar belirli bir göğüs çapına ulaştıktan sonra başlamaktadır. Uluslararası Ormancılık Araştırma Kurumları Birliğinin ( IUFRO) kabul ettiği standartlara göre, artım ölçmeleri göğüs çapı 4 cm veya daha kalın olan ağaçlar üzerinde yapılmaktadır.

Önceleri hesaplar, kabuklu çapı 7 cm veya daha kalın gövde ve dal odunları için yapılırken, biyomas kavramı en ince dallarında ölçülmesini gerektirmektedir.

Ölçme veya gövde analizi ile elde edilen çeşitli yaşlara ilişkin boy, çap, göğüs yüzeyi hacim ve bunların artımları grafik ekseninde yaşa göre işaretlenerek, bu ögelere ilişkin büyüme ve artım eğrileri elde edilmektedir. Ayrıca, şekil emsalinin de çeşitli yaşlardaki değerleri hesaplanarak grafik ekseninde gösterilmekte ve şekil emsalinin değişimi incelenmektedir. Söz konusu bu ögelerin artım ve gelişmeleri ağaç türüne, yetiştirme ortamı özelliğine ve bakım yapıp yapılmadığına göre farklılık göstermektedir.

### **2.1. Tek Ağaçta Boylanma ve Boy Artımı**

Ağaçlar tohumdan veya sürgünden oluşabilmektedir. Sürgünden oluşmak ancak adventif tomurcuk yapabilen meşe, karaağaç, ıhlamur vb. yapraklı ağaçlar için söz konusudur.

Adventif tomurcuktan gelişen sürgünler, daha yaşlı dolayısıyla daha gelişmiş kök üzerinde yer aldıklarından uzamaları daha hızlıdır. Tohumdan gelişenlerde ise, uzama apikam meristemin faaliyeti ile gerçekleşir. Bu uzama başlangıçta yavaştır. Orta yaşlılık devresinde hızlanarak en yüksek değerine ulaştıktan sonra tekrar yavaşlamaya başlar. Çok ileri yaşlarda fark edilmeyecek kadar küçük miktarlara düşer.

Çeşitli yaşlardaki boy değerleri grafik ekseninde yaşa göre gösterilecek olursa, ağaç boylanma eğrisi elde edilir. Boylanma eğrisi bir büyüme eğrisidir. İki dönüm ve bir büküm

noktasına sahiptir. İki dönüm noktası arasındaki devre orta yaşlılık devresidir. Çeşitli ağaç türlerinin ulaşabildikleri boylar farklıdır. Ülkemizde ladin ve göknar en uzun boy yapan iki ağaç türüdür. Bolu-Düzce ormanlarında Göknarda 54 m boy ölçülmüştür. Çam, meşe ve dişbudak gibi ağaçlar 30-35 m boy yapmaktadırlar.

### **2.2.1. Boylanmayı Etkileyen Faktörler**

- **Ağaç Türü**

Işık ağaçlarında boy artımı başlangıçta daha hızlıdır. Bu yüzden ışık ağaçları genç yaşlarda daha boyludurlar. Boy artımının azamiye ulaşma yaşı da ışık ağaçlarında daha küçüktür. Örneğin, sarıçam 5-15 yaşlarında azami boy artımına ulaşırken, yarı gölge ağacı olan ladin 8-32, gölge ağacı olan göknar 10-50 yaşlarında azami boy artımı yapmaktadır. Azami boy artımı miktarları da ağaç türleri arasında farklılık göstermektedir. Sarıçamda ortalama 0.54 m olan azami boy artımı, Göknarda ortalama 0.40 m ölçülmüştür.

Başlangıçta yavaş büyüyen türler, artımlarını daha uzun süre devam ettirebilmeleri nedeniyle, başlangıçta hızlı büyüyen ışık ağaçlarını ileri yaşlarda boyca geçebilmektedirler.

- **Yetiştirme Ortamı**

Yetiştirme ortamı koşullarını iyileşmesi ve aynı ağaç türünün aynı yaşta daha boylu olmasına yol açmaktadır. İyi yetiştirme ortamında boy artımı daha erken yaşlarda azamiye ulaşmaktadır. Boy artımının azami değeri iyi bonitetlerde daha yüksektir. Yetiştirme ortamının kalitesi ağaç boyu ile yakın bir ilişki gösterdiğinden, belirli bir yaştaki boy yetiştirme ortamının kalite ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Bu konu daha önce açıklanmıştır.

Boy artımları arasındaki en önemli fark, boy artımının azamiye ulaştığı yaş civarında ortaya çıkmaktadır. İleri yaşlarda söz konusu farklar azalır. Buna göre, boylar arasındaki farklar daha çok genç ve orta yaşlılık devresindeki artım başarısı ile ilgili olmaktadır.

İleri yaşlarda boy artımları arasındaki farkın azalması, düşük bonitetlerde, ağaçların tepe ve kök sistemlerini daha geç geliştirdikleri ve bu dönemden sonra artımlardaki farkların azaldığı şeklinde açıklanmaktadır. İyi bonitetlerde artımın düşmeye başlaması bu bonitetlerdeki ağaçların büyüme etkinliğinin azaldığını gösterir. Buna göre ağaç yaşlılık devresine girmiştir. Artımların seyrine göre, doğal gelişme çağlarının son aşaması olan yaşlılık devresi düşük bonitetlerde daha ileri tarihlerde başlamaktadır.

- **Bakım Tedbirleri**

Bakım tedbirleri ile ağaca daha çok veya daha az büyüme ortamı ayrılmasının ağaç boy artımı üzerinde etkili olmadığı kabul edilmektedir. Bununla birlikte, özellikle genç yaşlarda baskıdan uzak kalan ağaçların boy artımları daha yüksektir. Weck'e göre, büyüme ortamı daha büyük olan ağaçlarda, boy artımının azamiye ulaşması daha erken olmaktadır. Ancak gölgeye dayanıklı göknar baskıdan kurtulduktan sonra çok hızlı bir boy artımı yapabilmekte, hatta üst tabakaya geçebilmektedir. Böyle ağaçlarda fiziki yaşları ne olursa olsun, yaş başlangıcı olarak baskıdan kurtuluş tarihleri alınacak olursa, boylanma eğrilerinin büyük bir benzerlik gösterdiği görülür. Bu nedenle, değişik yaşlı meşcerelerde, bonitet tayini için kullanılan yaş-boy ilişkisi, baskıdan kurtuluş tarihi yaş başlangıcı alınarak oluşturulmaktadır.

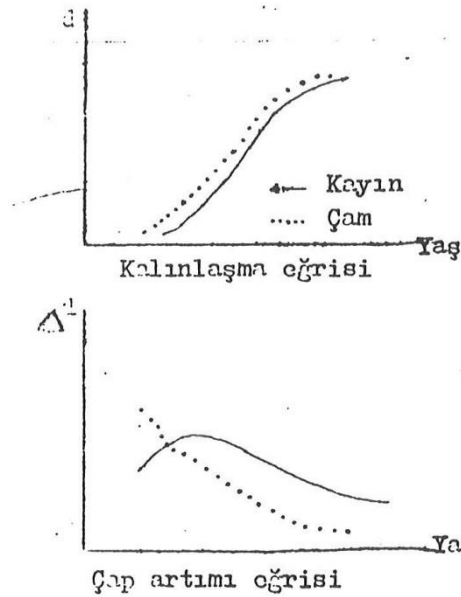
Boy artımı azamiye ulaşmadan, ağacın büyüme ortamı bakım kesimleri ile büyütülecek olursa boy artımında bir hızlanma görülmektedir. Bu durum farklı silvikültürel işlemlere tabi tutulmuş meşcerelerde aynı hasılat tablosunun kullanılamayacağını, aksi halde değerlerin önemli hata ile yüklü olabileceğini gösterir.

## 2.2. Tek Ağaçta Kalınlaşma ve Çap Artımı

Bir ağaçta yıllık çap artımı vejetasyon periyodu boyunca vasküler meristemin faaliyeti ile oluşmaktadır. Ölçme tarihine kadar olan yıllık çap artımları toplamı o yaştaki çapı vermektedir.

Tek ağaçta çap denince, başka türlü belirtilmediği takdirde göğüsçapı anlaşılır. Kabul ölçülmesi nedeniyle değişmez bir hacim ögesi olarak kabul edilen göğüsçapı gerçekte biyolojik bir öneme sahip değildir. Göğüsçapının ölçülebilmesi için ağacın bu yüksekliğe ulaşmış olması gerekir. Bu nedenle göğüsçapı ile ilgili grafikler orijinden başlamamaktadır.

Çap artımının vejetasyon devresinde başlaması yıldan yıla, ağaçtan ağaca fark



gösterebilmektedir. Çap artımının durumu da aynı şekilde olur. Halbuki büyük traheli ağaçlarda çap artımı boy artımından önce başlar. Vejetasyon döneminde çap artımının büyük kısmı (1/2-2/3 kısmı) haziran ve temmuz aylarında gerçekleşir. Çap artımı vejetasyon periyodundaki hava durumuna karşı duyarlıdır. Düşük bonitetlerde vejetasyon periyodu içinde olacak bir kuraklık yıllık çap artımını gözle görülemeyecek kadar küçük miktara düşürebilmektedir. Öte yandan böcek tasallutu veya kuraklıktan sonra yağışlı hava durumu yalancı yıllık halkaların oluşmasına yol açabilmektedir. Çap artımı üzerinde ağaç türü, yetişme ortamı ve bakım kesimlerinin etkisi vardır.

Ağaç türünün çeşitli yaşlardaki çap değerleri yaşa göre grafik eksene taşındığında kalınlaşma eğrisi elde edilmektedir. Kalınlaşma eğrisi bir büyüme eğrisi olup onun özelliklerini taşıyacaktır.

Çap artımları yaşa göre grafik eksene taşındığında, tipik artım eğrisi yerine genellikle azalan bir eğri elde edilmektedir. Bunun nedeni, çap artımının ağaç göğüs yüksekliğine erişmeden önce azamiye ulaşmış olmasıdır. Bununla birlikte kayın gibi çap artımı yavaş olan türlerde, azami çap artımı söz konusu grafikte görülebilmektedir. Buna karşın, grafik dip çaptaki artımlar için çizilecek olursa, artımın azami zamanını görmek mümkündür.

### • Yetiştirme Ortamı

Ağaç türü, yaş, büyüme ortamı gibi diğer koşullar eşit tutulacak olursa, iyi bonitetlerde ağaçlar daha kalındır. Örneğin, 180 yaşında ladin birinci bonitette 40 cm, ikinci bonitette 29 cm, üçüncü bonitette 22 cm çap yapmıştır. Ulaşılan çap ve yetişme ortamının kalitesi arasındaki bu bağımlılık boyda olduğu gibi kuvvetli değildir. Yukarıdaki çaplara sahip ladinlerin boyları söz konusu bonitetlerde sırasıyla 36 m, 25m ve 15 m bulunmuştur. Birinci bonitetteki çap ve boy değerlerine 100 denecek olursa, diğer bonitetlerdeki çap değerleri

sırasıyla 73 ve 55; boy değerleri 70 ve 42'dir. Buna göre, farklı bonitetlerde boy farklılığı daha belirgindir.

- **Bakım Kesimleri**

Göğüşçapı, bakım kesimlerine en duyarlı elemandır. Bir ağaca ayrılan büyüme ortamının arttırılması ile çap artımında da yükselme görülmektedir. Büyüme ortamının daha da büyütülmesi çap artımını belirli bir azami değere kadar yükseltebilir. Bu azami değere ulaştıktan sonra büyüme ortamının fazlalaştırılması, ağaçta çap artımını artık yükseltmez. Çap artımı azami değerine açıkta büyüme durumu, yani diğer ağaçların rekabetinin etkili olmadığı durumda ulaşmaktadır. Açıkta büyüyen ağaçlarda, en büyük çap artımı kütük çapında toplanmaktadır.

- **Çap Artımının Gövde Üzerindeki Değişimi**

Göğüşçapı artımı ile gövde üzerindeki diğer çapların artımları karşılaştırıldığında çap artımlarının kütüğe doğru yükseldiğini, göğüşçapının üzerinde kalan kısımlarda önce bir düşme sonra tekrar yükselmeler gösterdiği görülmektedir. Gövde üzerinde çap artımının en küçük olduğu yer, ağaç türene, yaşına, boyuna, yetiştirme ortamına, büyüme ortamına ve ağacın meşceredeki sosyal durumuna göre değişebilmektedir. Topçuoğlu'nun 13 ila 30 m boylarındaki ladinler üzerinde yaptığı tespitlere göre, minimum çap artımı ağacın 1.3 m ile 6.7 m yükseklikleri arasındadır. Çap artımının gövde üzerindeki değişimine bir örnek olmak üzere alınan 90 yaşındaki bir ladin gövdesi üzerinde yapılan tespitler şöyledir. 1.3 m yüksekliğindeki çap artımı 100 kabul edilecek olursa, 0.4 m'deki 129, 8.3 m'deki 86, 23.3 m'deki 15 olur. Çap artımındaki bu değişim, iyi bonitette ve nispeten galip ağaçlarda daha belirgindir.

Minimum çap artımının yeri hava durumu ile değişebilmektedir. Galip ağaçlarda sık olarak görülmemekle birlikte, orta galip ağaçlarda, kurak havalarda minimum çap artım yeri yükselmekte, yağışlı mevsimde aşağılara doğru inebilmektedir. Mağlup durumdaki ağaçlarda bu yer değişimi daha belirgindir.

### **2.3.Tek Ağaçta Göğüşyüzeyi büyümesi ve Artımı**

Göğüşyüzeyi, dolayısıyla göğüşyüzeyi gelişmesi, ormancılıkta birçok teknik uygulamaların kararlaştırılmasında ve denetiminde kullanılan bir eleman olarak öneme sahiptir. Göğüşçapı gibi biyolojik bir anlamı olmamakla birlikte, kolayca tayin edilebilecek olması göğüşyüzeyine bu özelliği kazandırmıştır.

Bilindiği gibi,  $d_{1.3}$  çapına sahip bir ağacın göğüşyüzeyi  $g_{1.3} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times d_{1.3}^2$ 'tür. Çapta ( $\Delta d$ ) kadar bir artım olması durumunda, göğüşyüzeyi artımı  $\Delta g_{1.3} = 2\Delta d \times \Delta d^2$  kadardır. Görüldüğü gibi göğüşyüzeyi artımı, yalnız çap artımının değil, bu artımı yapan çapın da bir fonksiyonudur. Bu nedenle, çap artımı ile göğüşyüzeyi artımı paralellik göstermezler(Şekil...). Örneğin, 2 mm'lik bir çap artımı, 10 cm'lik bir çapta 3 cm<sup>2</sup>'lik yüzey artımına yol açarken, 40 cm'lik çapta 12 cm<sup>2</sup>'lik yüzey artımı gösterir. Ağaç gövdesi üzerinde, yüzey artımının dip taraftan en yüksek değere sahip olduğu, bu artımın yukarılara doğru önce hızla azaldığı, gövde ortalarında bu düşüşün yavaşladığı, daha yukarılarda ise tekrar hızlandığı görülmüştür. Bir kısım ağaçlar ise gövde boyunun ortasına erişmeden bir minimum, daha yukarılarda tekrar bir maksimum değer göstermişlerdir. Yüzeyin üst

tarafındaki azami değeri tepe başlangıcı civarında tespit edilmiştir. Böylece ağaçların şekilemsalleri daha yüksek bulunmuştur.

Göğüsyüzeyinin gelişmesi üzerinde ağaç türü, yetişme ortamı ve bakım kesimleri etkilidir.

- **Ağaç Türü**

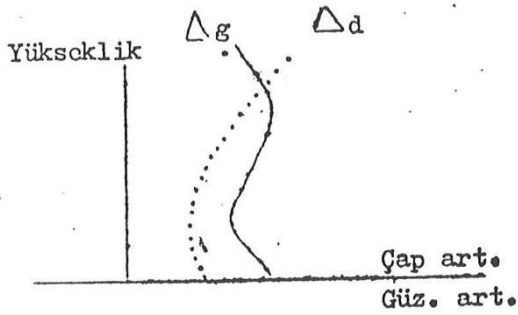
Göğüsyüzeyinin gelişmesi ağaç türleri arasında farklılık göstermektedir. Işık ağaçları önceleri daha büyük göğüsyüzeyi geliştirirler.

- **Yetişme Ortamı**

İyi bonitetlerdeki göğüsyüzeyi değerleri daha yüksektir. Göğüsyüzeyi artımının azami oluşu iyi bonitetlerde daha erkendir. Çok düşük bonitetlerde göğüsyüzeyi artımının azami değeri görünmeyebilir. Göğüsyüzeyinin azamiye ulaşma yaşı çaptan sonradır.

- **Bakım Kesimleri**

Ağacın büyüme ortamının arttırılması göğüsyüzeyi artımını yükseltir. Serbest durumlu ağaçlarda göğüsyüzeyi artımı yükselen bir eğri gösterirken, sık meşcerede büyüyen ağaçlardan göğüsyüzeyi artımı ileri yaşlarda azalma gösterir.



## 2.4. Tek Ağaçta Gövde Şekli Değişmesi

Bilindiği gibi ağaç gövdesi, başlıca üç kısma ayrılmaktadır. Gövde dip kısmı veya kütük, gövde orta kısmı ve gövde üst kısmı. Gövde dip kısmı nayloide, gövde orta kısmı parapolide, gövde üst kısmı koniye benzetilmektedir. Bu üç kısmın oranları, ağaç

türüne, yaşına, serbest veya kapalı meşcerede büyüdüğüne, gövdenin kabuklu veya kabuksuz alındığına, yetişme ortamına göre değişebilmektedir.

Gövde şeklinin oluşmasında biri mekanik diğeri fizyolojik nitelikli iki kuram ileri sürülmektedir. Mekanik kurama göre, ağaç gövdesi, rüzgarın itici gücüne karşı direnen bir uca sabit ve homojen yapılu bir kirişe benzetilmektedir. Fizyolojik kurama göre, ağaç gövdesi, kökle yapraklar arasındaki su-özsu alışverişini dengeli bir şekilde sağlamak üzere oluşmaktadır.

Her iki kuramda da gövde formunu tek başına tam olarak açıklayamamaktadır. Gerçekte, gövdenin hem fizyolojik hem de mekanik görevleri vardır. Ayrıca, gövde yapısı homojen değildir.

Gövde formunu belirleme bakımından kullanılan bir ifade göğüs boyu şekil emsalidir. Göğüs boyu şekil emsali boyun bir fonksiyonu olduğundan, boy arttıkça, şekil emsali değeri azalmaktadır. Gerçek bunun aksidir, yani, ağaç boyu yükseldikçe gövde daha dolgun hale gelmektedir. Diğer bir deyişle, daha boylu ağaçlarda, çeşitli yükseklikteki çapların göğüsçapına göre oranları daha yüksektir.



Genel olarak, gölge ağaçları ışık ağaçlarına nazaran daha dolgun gövdelidirler. Ağaç yaşlandıkça gövde dolgunluğu da artmaktadır. Meşcerede yetişen ağaçlar serbest büyüyen ağaçlardan daha dolgun gövdelidir.

## 2.5. Tek Ağaçta Hacimlenme ve Hacim Artımı

Bir ağaçta hacim denilince, genellikle gövde hacmi anlaşılmalıdır. Bu anlayış özellikle, kalın dal geliştirmeyen ibreliler için daha çok geçerlidir. Gerçekte; gövde hacmi, toprak altı kısımların hacmi, gövde hacmi, kalın ve ince dalların hacimleri toplamıdır. Bununla birlikte, toprak altı kısımlarının hacimlerinin

taayinindeki güçlük, dal odununun geçmişte gövde odununa göre çok düşük değer göstermesi, hacimle ilgili çalışmaların gövde hacmi üzerine yoğunlaşmasına yol açmıştır. Bu nedenle eldeki bilgiler, daha ziyade, gövde hacminin gelişmesi ile ilgilidir.

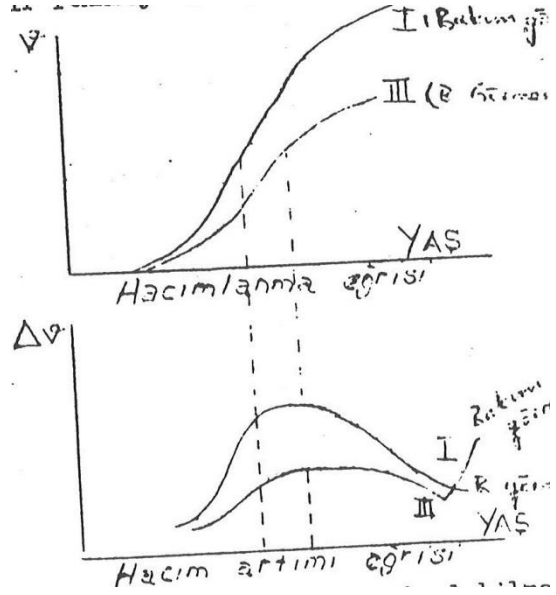
Bir ağacın çeşitli yaşlardaki hacimleri grafik eksenine taşındığında hacimlenme eğri elde edilmektedir. Hacimlenme eğrisi bir büyüme eğrisidir ve onun özelliklerini taşır. Küçük değerler halinde başlayan hacim değerleri orta yaşlılık devresinde, yüksek artım dolayısıyla, bir doğruya benzeyen şekil aldıktan sonra yaş eksenine (x eksenine) göre dış bükey bir form kazanır.

Cari hacim artımının yaşa göre değişimi de bilinen genel artım eğrilerine benzemektedir. Küçük miktarlarla başlayan artım bir azamiye ulaştıktan sonra azalmaya başlar. Azalma hızı azamiye ulaşmadan önceki hızından daha yavaştır. Bilindiği gibi hacim, çap veya göğüs yüzeyi ve boyun bir fonksiyonudur.  $V = f(d \text{ veya } g, h)$ . Bu nedenle, hacim artımı hacim öğeleri ile aynı zamanda azamiye ulaşmaz. Söz konusu öğeler göre, hacim artımı en geç azami olmaktadır. Azamiye ulaşma yaşı bakımından bir sıralama yapılacak olursa, en önce çap, sonra boy, sonra göğüs yüzeyi, en sonra hacim azamiye ulaşmaktadır. Değer artımının azamiye ulaşması hacim artımından da sonradır.

Hacimlenme ve hacim artımı üzerinde, ağaç türü, yetişme ortamı ve bakım kesimleri etkili olmaktadır.

### • Ağaç Türü

Cari hacim artımının azamiye ulaştığı yaş gençliklerinde hızlı büyüyen çam, meşe, kavak gibi ışık ağaçlarında, gençliklerinde yavaş büyüyen gölge ağaçlarına nazaran daha küçüktür. Işık ve gölge ağaçları arasında, cari hacim artımının azamiye ulaşma yaşı bakımından 45-50 yıl fark olabilmektedir. Gölge ağaçlarında, çap artımında düşüş başladıktan sonra, rekabetin azalması durumunda tekrar yükselme görülebilir.



- **Yetiştirme Ortamı**

Daha iyi bonitet daha yüksek hacim verimi olduğuna göre iyi bonitetlerde hacim artımı değerleri daha yüksektir. Hacim artımları arasındaki fark özellikle orta yaşlılık devresinde belirgindir. Daha ileri yaşlarda bu fark azalmaktadır.

İyi bonitetlerde azami artım değerine ulaşım daha erken olmaktadır. Fena bonitetlerde azami artıma ulaşım daha geç olmakla, azami artımdan düşüş daha yavaştır.

İyi bonitetlerdeki hacim artımının azami değerleri daha yüksektir. Birinci bonitetteki hacim artımının azami değerine 100 denecek olursa, ikinci bonitetin değeri 65, üçüncü bonitetteki değeri 39 olarak tespit edilmiştir.

- **Bakım Kesimleri**

Bakım kesimleri ile kendisine daha büyük büyüme ortamı sağlanmış ağaçlar, diğer koşullar eşitse, daha büyük hacim artımı yaparlar. Ağaçların kendilerine sağlanan daha büyük ortamdan tam olarak yararlanmaları zaman almaktadır. Zira, söz konusu yeni imkanlardan yararlanabilmek için, ağacın kök ve tepe yapısını geliştirmesi gerekmektedir.

Serbest büyüyen ağaçlarda hacim artımının azamiye ulaşması daha küçük yaşlarda olmaktadır. Özellikle gölge ağaçlarında siper altında kalma hacim artımının azami zamanını çok geciktirebilir. Örneğin, 30 yıla kadar siper altında kalmış bir ağaç, azami hacim artımına 100-230 yıl arasında ulaşabilirken, serbest büyüyen aynı tür ağaç, 30-90 yaşları arasında ulaşabilmektedir.

Beckmann'a göre, azami artıma ulaşım ne kadar yavaş olursa, azami artım değeri daha uzun müddet devam ettirilebilmektedir. Buna bağlı olarak, kesim yaşındaki hacim daha yüksek olmaktadır. Böylece, başlangıçta daha küçük hacme sahip gölge ağaçları ileri yaşta ışık ağaçlarını hacim bakımından geçebilmektedir.

## **2.6. Tek Ağaçta Hacim Artım Yüzdesi**

Hacim artım yüzdesi, hacim artımının kendisini meydana getiren hacime oranı olarak hesaplanmaktadır. Hacim artımı bir periyot için hesaplandığından artımın hangi hacme oranlanacağı sorusu ile karşılaşılmaktadır. Bu konuda üç yaklaşım söz konusudur. Hacim olarak periyot başı hacmini almak, hacim olarak periyot sonu hacmini almak veya bu iki hacmin ortalamasını kullanmak. Hacim artımı kendisini meydana getiren hacimle yakın ilişkili olduğundan, periyot ortası hacmin esas alınması daha isabetlidir. Pressler hacim artım yüzdesi formülünde periyot ortası hacmin kullanıldığı dendrometri derslerinden bilinmektedir.

Hacim artım yüzdesi, biyolojik bir özellik olmaktan ziyade, ağacın büyüme enerjisini belirlemede kullanılan bir kriterdir.

Hacim artım yüzdesinin yaşa göre değişimini gösteren eğriler genç yaşlarda yüksek değerlerden başlayarak önce hızlı sonra daha yavaş bir azalma gösterirler. Genç yaşlarda artım yüzdesinin daha büyük olması bu yaşlardaki artımın daha yüksek olduğu anlamına gelmemektedir. Bu durum, artımı yapan hacmin küçük olmasındandır. Örneğin, 50 dm<sup>3</sup>'lük bir hacim 5 dm<sup>3</sup>'lük bir artım yapmışsa artım yüzdesi  $(5/50) \times 100 = 10$  iken, 100 dm<sup>3</sup>'lük hacim 7 dm<sup>3</sup>'lük artım yaptığında  $(7/100) \times 100 = 7$ 'dir. Mutlak olarak, 100 dm<sup>3</sup>'lük hacmin daha büyük artım yapmasına karşın yüzde olarak başarısı daha düşüktür.

- **Ağaç Türü**

Işık ve gölge ağaçlarının artım yüzdeleri karşılaştırıldığında, gölge ağaçlarında artım yüzdesi eğrilerinin daha yukarıda kaldığı görülür.

- **Yetiştirme Ortamı**

İyi bonitette yetişen ağacın artım yüzdesi eğrisi, düşük bonitette yetişen ağacın artım yüzdesi eğrisinin altında yer alır. Yukarıda değinildiği gibi bu düşük bonitetlerde artımın mutlak miktarının daha büyük olduğunu göstermez. Gerçekte, iyi bonitetlerde artım mutlak olarak daha büyüktür. Ancak, artımı oluşturan ağaç hacmi daha büyük olduğundan yüzde değeri daha küçük hesaplanmaktadır. Buna karşın, artım yüzdeleri yaş yerine çap değerlerine göre grafik eksenine taşınacak olursa iyi bonitette yetişen ağacın artım yüzdesi eğrisi daha yukarıda kalır.

- **Bakım Kesimleri**

Daha büyük büyüme oranına sahip ağaçların artım yüzdeleri daha yüksektir. Aynı ağacın büyüme ortamı arttırılacak olursa, onun artım yüzdesinde de bir yükselme görülür. Daha önce değinildiği gibi söz konusu yükselme ani olarak değil, nispeten yavaş olmakta bir müddet sonra tekrar azalma başlamaktadır.



## 2.7. Tek Ağaçta Kabuk Kalınlığı ve Kabuk Payı

Bilindiği gibi, kambiyum dokusunun faaliyeti sonucu dışa doğru kabuk, içe doğru odun oluşmaktadır.

Kabuk kalınlığı ağaç türüne, ağacın yaşına, çapına, yetiştirme ortamına, serbest veya sık ortamda büyümesine göre farklılık göstermektedir. Örneğin, çamlarda kabuk kalınlığı kayına göre daha büyüktür. Öte yandan, daha kalın çamlardaki kabuk kalınlıkları daha fazladır. Aynı gövde çeşitli yüksekliklerdeki kabuk kalınlıkları da farklıdır. Genellikle, gövde üzerinde yukarıya çıkıldıkça kabuk kalınlığı azalmaktadır. Weck'e göre çamlar nemli yetiştirme ortamlarında daha ince kabuk yapmaktadırlar.

- **Kabuk Payı**

Kabuk payı, kabuk hacminin (kabuklu veya kabuksuz) gövde hacmine bölünmesi ile hesaplanmaktadır.

$$\text{kabuk payı} = \frac{\text{kabuk hacmi}}{\text{kabuklu veya kabuksuz gövde hacmi}}$$

Gövde seksiyonlara ayrılır ve her seksiyondaki kabuk payları hesaplanacak olursa farklı değerler elde edilecektir. Örneğin, ladinde kabuk payı alt seksiyonlardan itibaren bir

düşme göstermekte, sonra bu oran tekrar yükselerek oldukça büyük oranlara ulaşabilmektedir (1.3 m'de % 8.2, 7.7 m'de % 6.1, 28.7 m'de % 18.9 gibi). Çamlardaki bir tespiti göre, gövdede 10 m'ye kadar ki kabuk payı %16 iken bundan yukarıdaki kısımlarda %5-8 arasındadır. Genç ağaçlarda kabuk payı daha yüksektir. Ağaç yaşlandıkça kabuk payı azalmaktadır. Türkiye'deki fıstık çamlarında kabuk payı ortalama % 20, karaçamda % 19, kayında %7, meşede %15 olarak bulunmuştur.

Düşük bonitetlerde kabuk payı daha yüksektir. Galip ağaçların kabuk payı oranı mağlup ağaçlara nazaran daha küçüktür.

Kabuğun çeşitli şekillerde değerlendirme imkanlarının ortaya çıkması, ağaçtaki kabuk payının bilinmesini gerekli hale getirmiştir. Kabuk yalnız yakacak olarak değil, kimya sanayinde hammadde kaynağı olarak önemli bir yer tutmaya başlamıştır.

# BÖLÜM VI

## Gövde Analizi

### 1. Gövde Analizi Kavramı

Bir ağacın fidan aşamasından kesim aşamasına kadar geçen süre içerisinde büyüme öğelerinde (**çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim**) meydana gelen gelişim ve artımı belirlemek amacıyla yapılan işlemler bütünüdür.

Başka bir ifade ile gövde analizi, bir ağacın büyüme öğelerinin zamana bağlı olarak değişimini vermektedir.

Kullanım amaçları şu şekilde özetlenebilir;

- Eşityaşlı meşcerelerde “Polimorfik Yöntem” ile bonitetin belirlenmesi,
- Değişikyaşlı meşcerelerde “ağaçların baskıdan sonraki yaş-boy ilişkisi” yardımıyla bonitetin belirlenmesi,
- Ağaçların geçmiş dönemlerde baskı gördüğü dönemlerin belirlenmesi,
- Bir ağacın zamana bağlı olarak büyüme ve artım ilişkilerinin belirlenmesi.

### 2. Analiz Aşamaları

#### 2.1.Arazi Çalışmaları

- Ağacın kesilmesi
- Kesitlerin alınması





## 2.2. Büro Çalışmaları

- Ağaç yaşının belirlenmesi
- Periyot uzunluğuna karar verilmesi
- Artık yılın belirlenmesi
- Kesitler üzerinde ölçümlerin yapılması
- Büyüme ve artım ilişkilerinin ortaya konulması
  - Boylanma eğrisi
  - Boyuna profil
  - Hacim hesapları
  - Artım hesapları tablosu
  - Artım grafikleri

### 2.2.1. Ağaç yaşı

Yaş = 0,30 m'deki yıllık halka sayısı + 0,30 m yüksekliğine ulaşma süresi

### 2.2.2. Periyot Uzunluğu

5, 10 veya 20 yıl

### 2.2.3. Artık Yıl

Ağaç Yaşı	Periyot Uzunluğu
_____	_____
Artık Yıl	

Örnek verecek olursak eğer,

Ağaç yaşı 97, periyot uzunluğu 10 ise artık yıl 7'dir.

$$\begin{array}{r|l} 97 & 10 \\ \hline 7 & \end{array}$$

#### 2.2.4. Ölçümler

Öncelikle her bir kesit, birbirine dik olarak ve merkezden geçecek şekilde çizilen iki doğru ile işaretlenir. Kesitler üzerinde yıllara bağlı olarak yapılacak çap ölçümleri bu iki doğru üzerinde ölçülen değerlerin ortalaması olarak alınır.

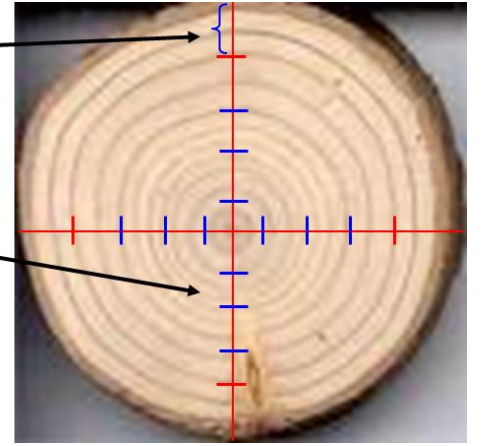


Ölçümler milimetre (mm) hassasiyetinde olmalıdır.

Üzerinde ölçüm yapılacak kesitlerde ilk olarak *artık yıl* işaretlenir.

Daha sonra periyot uzunluğuna bağlı olarak dıştan içe doğru işaretlemeler yapılır ve kabuklu çaplar ile ilgili yaşa denk gelen kabuksuz çap değerleri ölçülür.

Yapılan ölçümler Gövde Analizi Verileri Tablosuna kaydedilir.





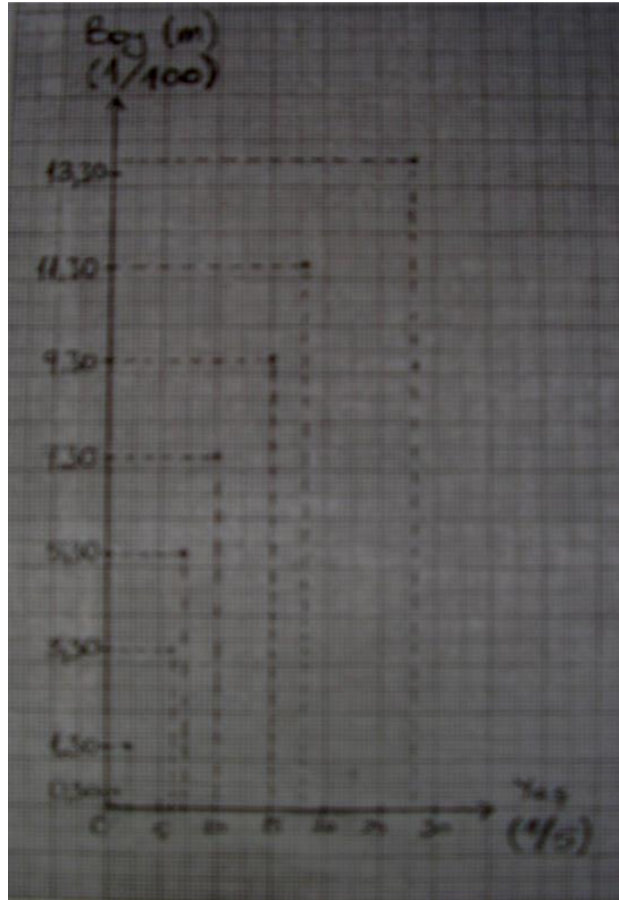


## 2.2.5. Büyüme ve Artım İlişkilerinin Ortaya Konulması

- Boylanma eğrisi
- Boyuna profil
- Hacim hesapları
- Artım hesapları tablosu
- Artım grafikleri

### Boylanma Eğrisi

Kent yüksekliği m.	Sekoyon uzunluğu m.	Kentteki yıllık bakalar	Apaın Kent Yüksekliğini aldığı yıl
0,30	-	27	1
1,30	2	26	2
3,30	2	22	6
5,30	2	21	7
7,20	2	18	10
9,20	2	13	15
11,20	2	10	18



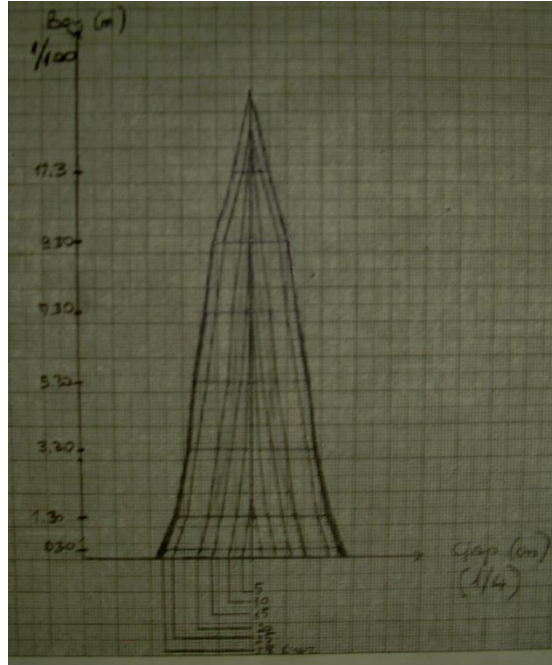
\* Ölçek: 1/100 (boy) ve 1/5 (yaş)



\* Ölçek: 1/100 (boy) ve 1/5 (yaş)

### Boyuna profil

Kesit No	Kesit Yüksekliği m	Seksiyon Lrunda m	Kesitteki yıllık bakım alar	Ağacın Kesit Yüksekliği (m)	Ağacın Yıl	Y	A	S	L	A	R	D
						5	10	15	20	25	30	35
0.30	-	27	1	20	53	83	118	179	205	211		
1.30	2	26	2	4	36	71	105	153	176	182		
3.30	2	22	6		16	46	80	126	150	155		
5.30	2	21	7		8	24	58	104	130	134		
7.30	2	18	10			7	44	81	106	110		
9.30	2	13	15				25	63	86	90		
11.30	2	10	18				4	18	32	40		



\* Ölçek: 1/100 (boy) ve 1/4 (çap)

## Hacim Hesapları

$$V_{dip} = \frac{\pi}{4} d_{0,3}^2 0,3$$

$$V_s = \frac{\pi}{4} (d_{1,3}^2 + d_{3,3}^2 + \dots) 2$$

$$V_{uç} = \frac{\pi}{4} \frac{1}{3} d_{taban}^2 (\text{uç parça uzunluğu})$$

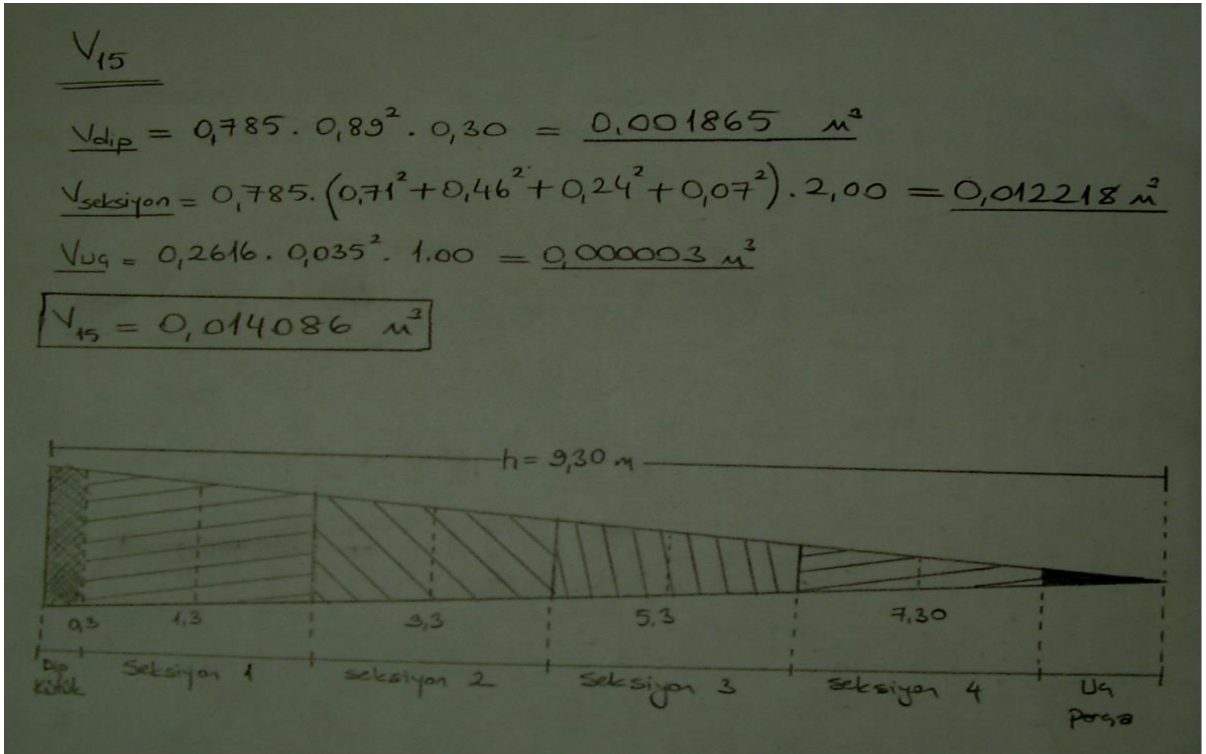
$$V_{toplam} = V_{dip} + V_s + V_{uç}$$

## Şekil katsayısı (f<sub>1.3</sub>)

$$f_{1.3} = \frac{V_g}{V_s} = \frac{V_g}{\frac{\pi}{4} d_{1.3}^2 h}$$

## Hacim Artım Yüzdesi

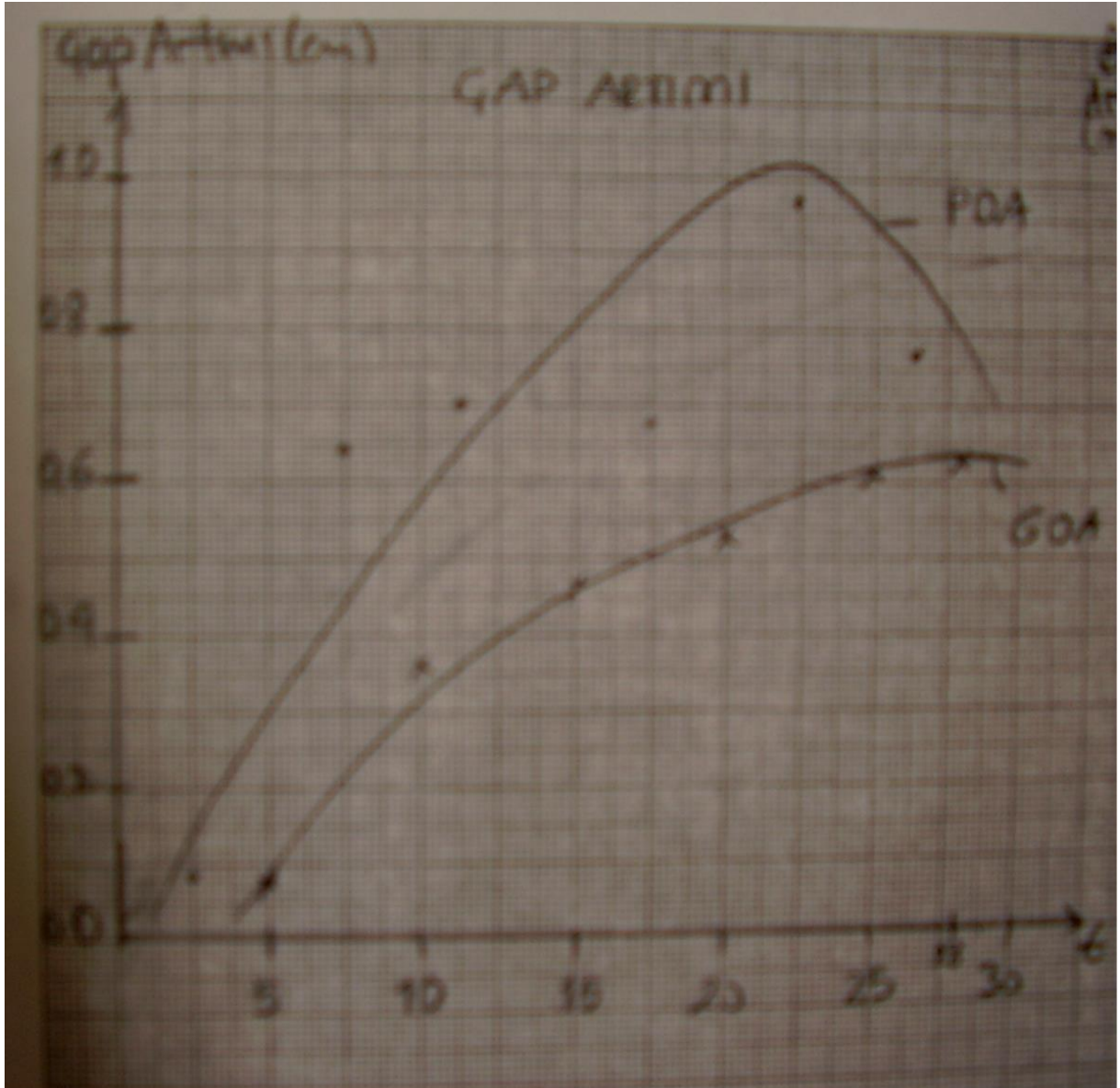
$$\% \Delta V = \frac{(V_s - V_b)}{(V_s + V_b)} \frac{200}{n}$$



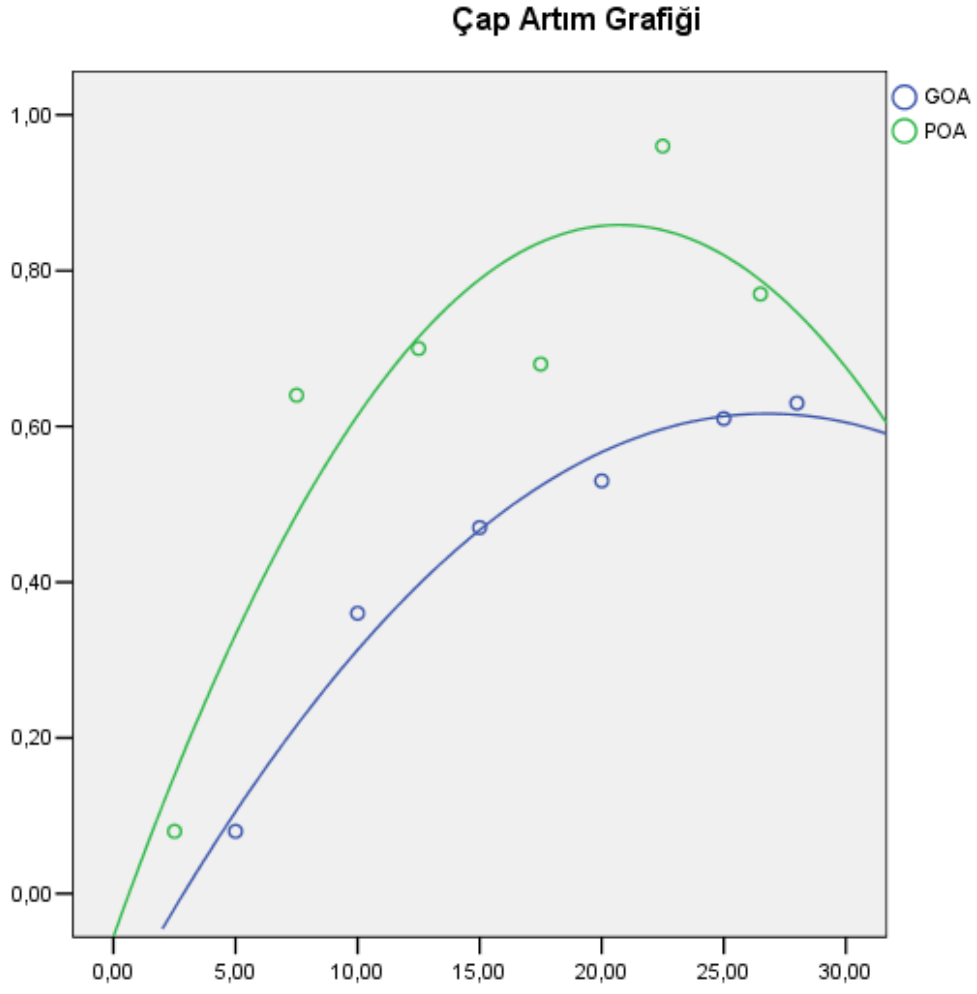


Yaş	Çap (cm)	Boy (m)	Göğüs Yüzeyi (cm <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )	Periyodik Artımlar				Periyodik Ortalama Artımlar				Genel Ortalama Artımlar				Hacim Artımı (%)	Şekil Katsayısı f <sub>1,3</sub>
					Çap (cm)	Boy (m)	G.Yüz (cm <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )	Çap (cm)	Boy (m)	G.Yüz (cm <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )	Çap (cm)	Boy (m)	G.Yüz (cm <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )		
					0,4	1,8	0,1	0,000423	0,08	0,36	0,02	0,000085					40,0	
5	0,4	1,8	0,1	0,000423									0,08	0,36	0,02	0,000085		
					3,2	5,2	10,1	0,002676	0,64	1,04	2,02	0,000535					30,4	
10	3,6	7	10,2	0,003099									0,36	0,70	1,02	0,000310		0,435
					3,5	2,3	29,4	0,010987	0,70	0,46	5,88	0,002197					25,6	
15	7,1	9,3	39,6	0,014086									0,47	0,62	2,64	0,000939		0,383
					3,4	2,5	46,9	0,025941	0,68	0,50	9,38	0,005188					19,2	
20	10,5	11,8	86,5	0,040027									0,53	0,59	4,33	0,002001		0,392
					4,8	1	97,3	0,063537	0,96	0,20	19,46	0,012707					17,7	
25	15,3	12,8	183,8	0,103564									0,61	0,51	7,35	0,004143		0,440
					2,3	0,8	59,4	0,048429	0,77	0,27	19,80	0,016143					7,6	
28	17,6	13,6	243,2	0,151993									0,63	0,49	8,69	0,005428		0,460

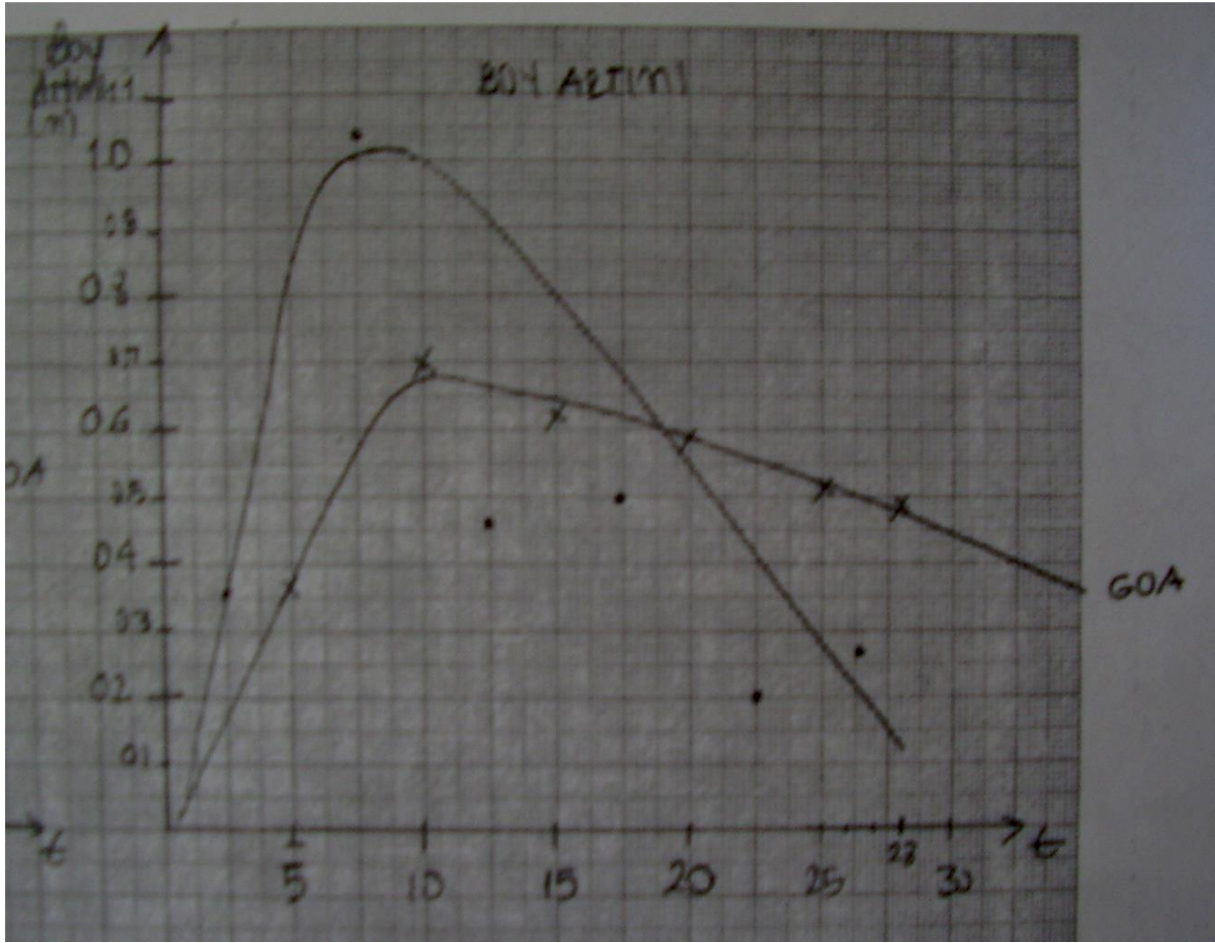
Periyodik ve Genel Ortalama ap Artımı Grafiği



## Periyodik ve Genel Ortalama ap Artımı Grafiği

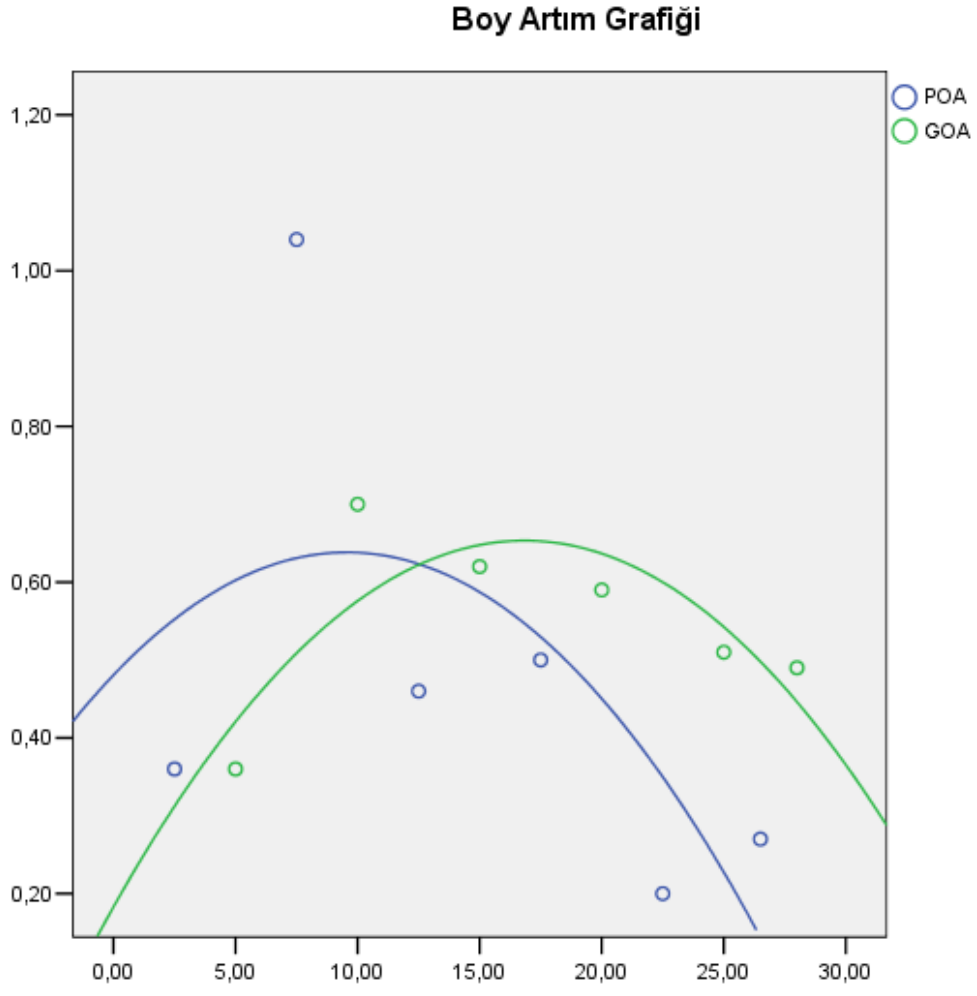


Periyodik ve Genel Ortalama Boy Artımı Grafiği

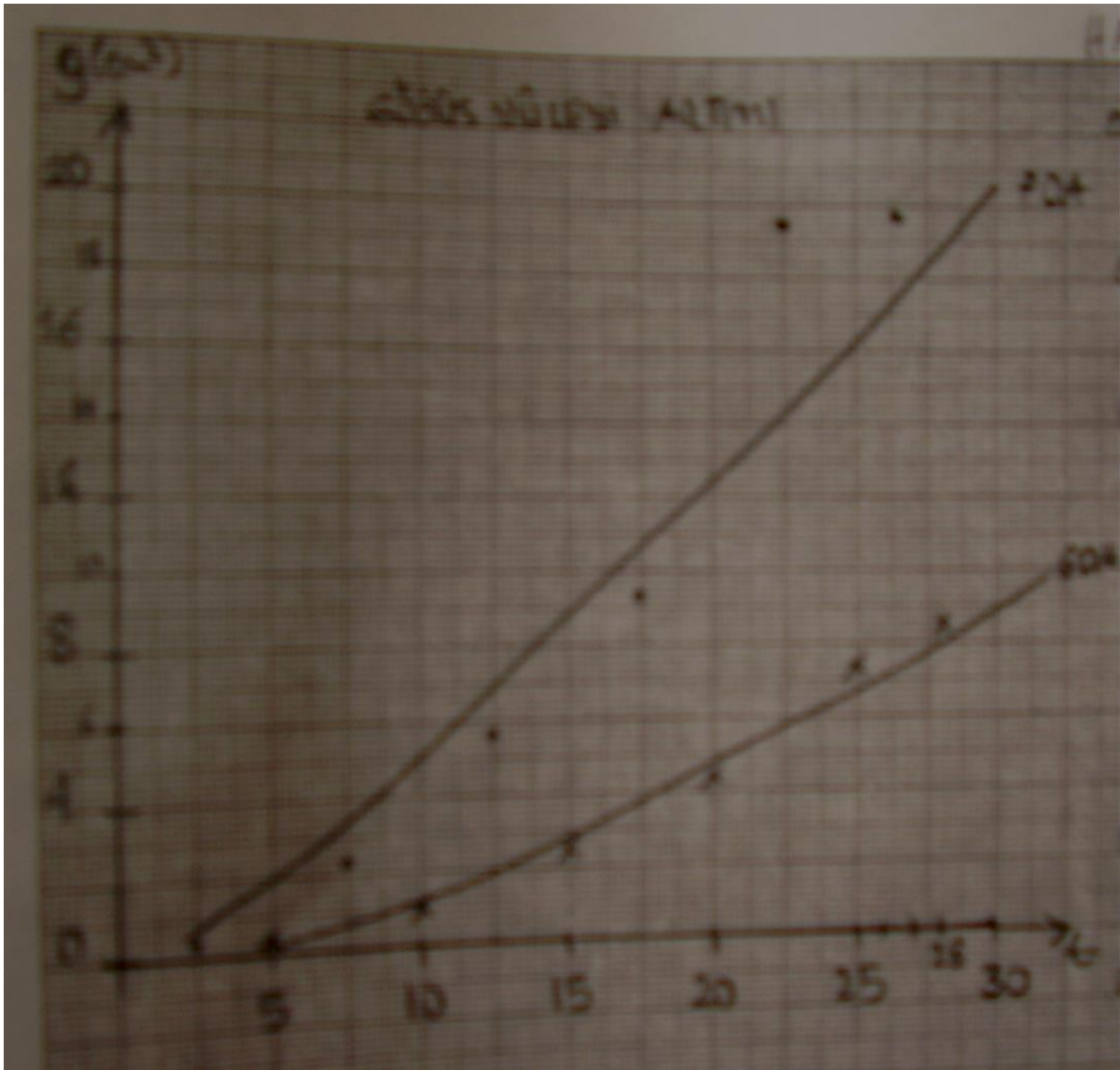




## Periyodik ve Genel Ortalama Boy Artımı Grafiği



# Periyodik ve Genel Ortalama Göğüs Yüzeyi Artım Grafiği



# ÖRNEK-2

Bölme No :  
 Ağaç Türü :  
 Bakı :  
 Yükseklik :  
 Boy (m) : 12,70  
 Son Kesit :  
 Yüksekliği :  
 Yaş : 13

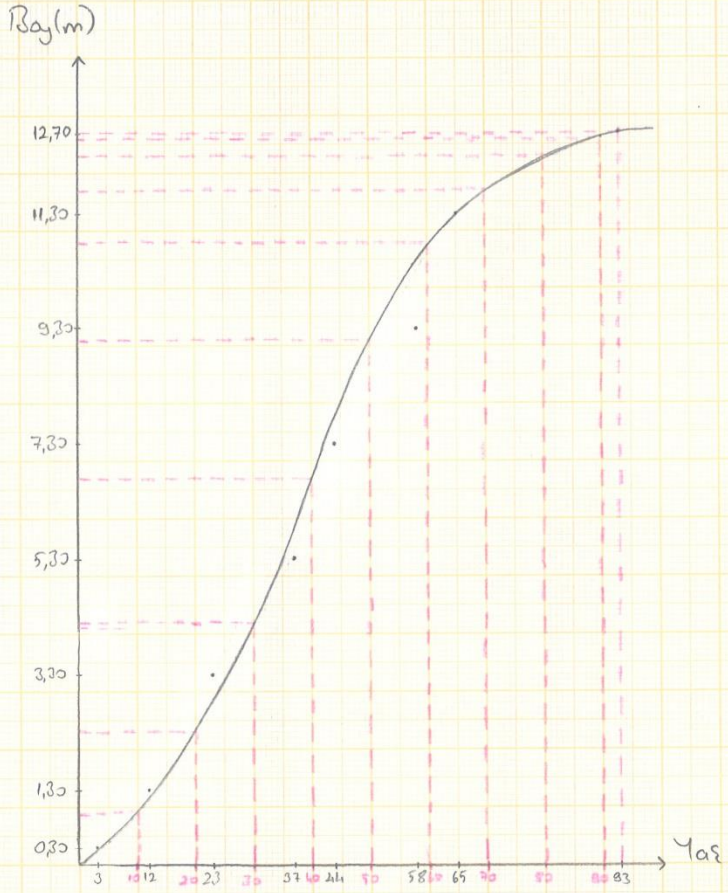
## Gövde Analizine Ait Ölçümler

Kesit No.	Kesit Yüksekliği (m)	Seksiyon Uzunluğu (m)	Kesitteki yıllık Halkalar	Ağacın Kesit Yüksekliğini Aldığı Yıl sayıs	YAŞLARDA ÇAPLAR (mm)																			
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0,3	80	3	10,5	28	43,5	52	66,5	79,5	91	101	111,5	123	134,5	147	156	163,5	176,5	191	213,5	232	241	252,5	
2	1,3	81	12	8,5	27,5	38,5	54	68	79	92,5	103,5	118,5	124,5	132	139,5	148	162	176	187,5	197,5	207,5			
3	2,3	70	23			4	13	34	53	69,5	84	97	129,5	125,5	128	137,5	150,5	160	178,5	196,5	194			
4	5,3	56	37						14,5	37,5	56	74	89,5	102,5	111	120,5	133	145	159	166,5	172,5			
5	7,3	49	44							5	22	44,5	63,5	77,5	87	103	117	122,5	134,5	140	144			
6	9,3	35	58										21	41,5	54,5	63,5	77,5	91	104,5	112,5	116			
7	11,3	28	65												13,5	24	37	42,5	65	78	80			
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								

19,5  
21  
21,6  
23,4

23,5  
23,88  
24,6

## BOYLANMA EĞRİSİ



Yaş	Boy
10	0,9
20	2,3
30	4,2
40	6,7
50	9,1
60	10,8
70	11,7
80	12,3
90	12,6
93	12,7

\* Ölçek: 1/100 (boy) ve 1/5 (yaş)

# BOYUNA PROFİL

Kesit  
yüksekliği (m)

1/100

12,70  
12,7

11,30  
11,3

9,30  
9,3

8,30  
8,3

7,70  
7,7

6,70  
6,7

5,20  
5,2

4,20  
4,2

3,33<sup>4</sup>  
3,33

2,30  
2,3

1,35  
1,35

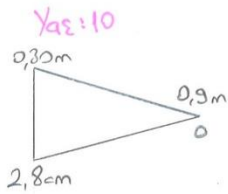
0,90  
0,9

0,33<sup>4</sup>  
0,33

Çap

\* Ölçek: 1/100 (boy) ve 1/4 (çap)

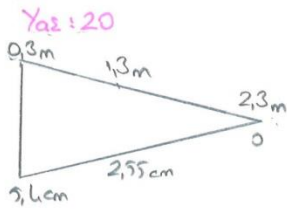
# Hacim Hesapları



$$V_{dip} = 0,785 \cdot (0,028)^2 \cdot 0,3 = 0,00018$$

$$V_S = 0,785 \cdot \frac{1}{3} \cdot (0,028)^2 \cdot 0,6 = 0,00037$$

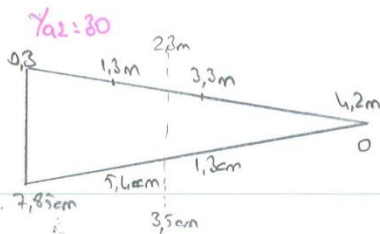
$$V_T = 0,00055 \text{ m}^3$$



$$V_{dip} = 0,785 \cdot (0,054)^2 \cdot 0,3 = 0,00069$$

$$V_S = 0,785 \cdot \frac{1}{3} \cdot (0,054)^2 \cdot 2 = 0,00102$$

$$V_T = 0,0017 \text{ m}^3$$



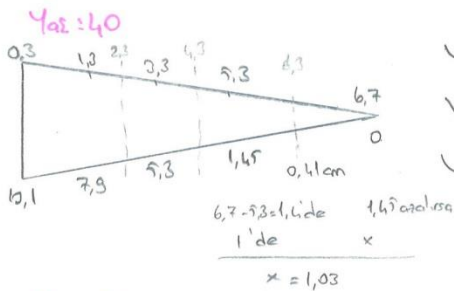
$$V_{dip} = 0,785 \cdot (0,0785)^2 \cdot 0,3 = 0,0014$$

$$V_S = 0,785 \cdot (0,054)^2 \cdot 2 = 0,0046$$

$$V_{uc} = 0,785 \cdot \frac{1}{8} \cdot (0,035)^2 \cdot 1,9 = 0,0006$$

$$V_T = 0,0066 \text{ m}^3$$

4,2 - 1,3 = 2,9'da 5,60'da  
2,3 - 1,3 = 1'de x  
x = 1,862  
5,4 - 1,9 = 3,5



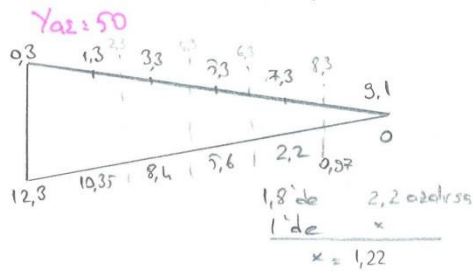
$$V_{dip} = 0,785 \cdot (0,101)^2 \cdot 0,3 = 0,0024$$

$$V_S = 0,785 \cdot (0,079^2 + 0,053^2 + 0,0145^2) \cdot 2 = 0,0145$$

$$V_{uc} = 0,785 \cdot \frac{1}{8} \cdot (0,0041)^2 \cdot 0,4 = 0,000002$$

$$V_T = 0,0169 \text{ m}^3$$

6,7 - 3,3 = 3,4'de 1,45'ozalrca  
1'de x  
x = 1,03



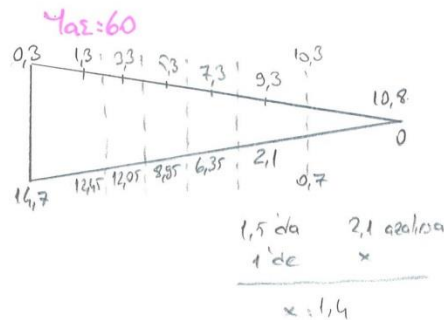
$$V_{dip} = 0,785 \cdot (0,123)^2 \cdot 0,3 = 0,0036$$

$$V_S = 0,785 \cdot (0,103^2 + 0,084^2 + 0,056^2 + 0,022^2) \cdot 2 = 0,0336$$

$$V_{uc} = 0,785 \cdot \frac{1}{8} \cdot (0,097)^2 \cdot 0,8 = 0,0019$$

$$V_T = 0,0391 \text{ m}^3$$

1,8'de 2,2'ozalrca  
1'de x  
x = 1,22



$$V_{dip} = 0,785 \cdot (0,147)^2 \cdot 0,3 = 0,0051$$

$$V_S = 0,785 \cdot (0,1245^2 + 0,1205^2 + 0,0895^2 + 0,0637^2 + 0,021^2) \cdot 2$$

$$V_S = 0,0667$$

$$V_{uc} = 0,785 \cdot \frac{1}{8} \cdot (0,07)^2 \cdot 0,7 = 0,0006$$

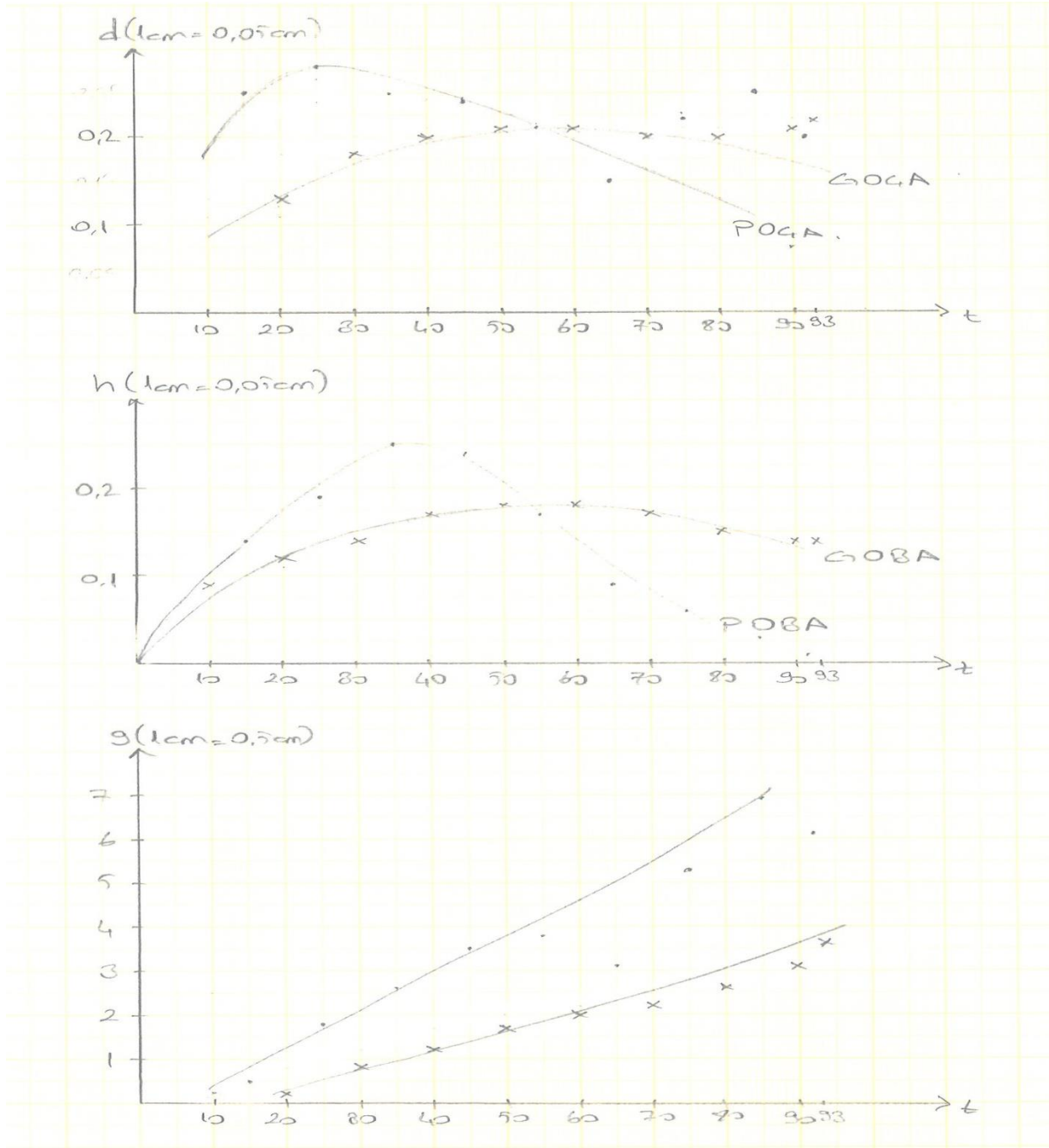
$$V_T = 0,0725$$

1,5'de 2,1'ozalrca  
1'de x  
x = 1,4

Artım Tablosu

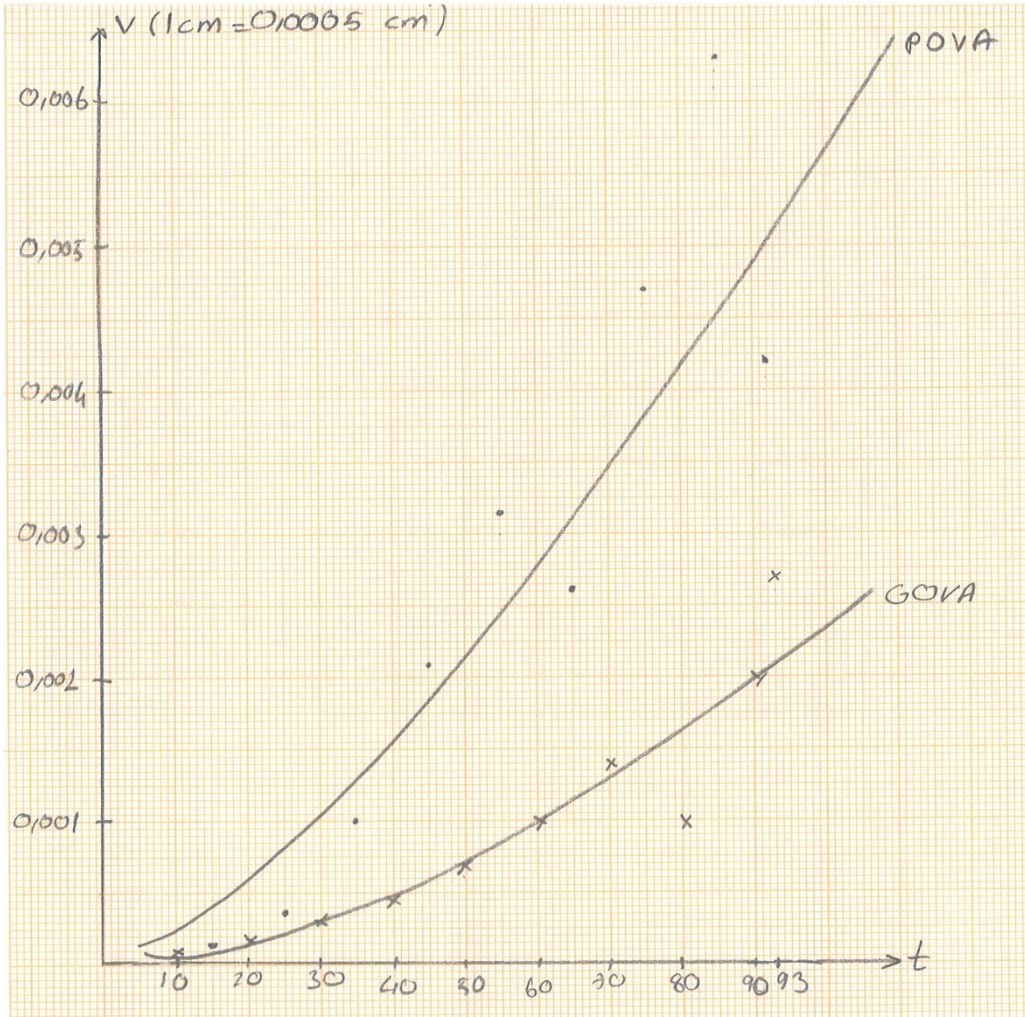
YAS	CAP d <sub>1,3</sub> cm	h (m)	Gegisiy. g (cm <sup>2</sup> )	HAcim V (m <sup>3</sup> )	PERİYODİK ARTIM				PERİYODİK ORTALAMA ARTIM				GENEL ORTALAMA ARTIM				%ΔV	f <sub>1,3</sub>
					d	h	g	v	d	h	g	v	d	h	g	v		
10	—	0,9	—	0,0005	2,55	1,4	5,104	0,0012	0,255	0,14	0,5104	0,00012	—	0,09	—	0,00005	—	—
20	2,55	2,3	5,104	0,0017	2,85	1,9	17,786	0,0049	0,295	0,19	1,7786	0,00049	0,13	0,12	0,2552	0,00009	1,09	—
30	5,4	4,2	22,89	0,0066	2,5	2,5	26,1	0,0103	0,25	0,25	2,61	0,00103	0,18	0,14	0,763	0,00022	11,81	0,686
40	7,9	6,7	48,99	0,0169	2,45	2,4	35,1	0,0222	0,245	0,24	3,51	0,00222	0,20	0,17	1,225	0,00042	8,77	0,515
50	10,35	9,1	84,09	0,0381	2,1	1,7	37,59	0,0334	0,21	0,17	3,759	0,00334	0,21	0,18	1,6918	0,00078	7,93	0,511
60	12,45	10,8	121,68	0,0725	1,5	0,9	31,08	0,0263	0,15	0,09	3,108	0,00263	0,21	0,18	2,028	0,0012	5,99	0,552
70	13,95	11,7	152,76	0,0988	2,25	0,6	53,24	0,0474	0,225	0,06	5,324	0,00474	0,20	0,17	2,182	0,0014	3,07	0,553
80	16,2	12,3	206,02	0,1462	2,55	0,3	69,96	0,0637	0,255	0,03	6,996	0,00637	0,20	0,15	2,575	0,0018	3,87	0,577
90	18,75	12,6	275,98	0,2099	0,8	0,1	24,02	0,0221	0,26	0,01	8,007	0,00737	0,21	0,14	3,066	0,0023	3,58	0,604
93	19,55	12,7	300	0,2320									0,21	0,14	3,225	0,0025	3,33	0,587

## Periyodik ve Genel Ortalama Çap, Boy ve Göğüs yüzeyi Artımı Grafikleri





## Periyodik ve Genel Ortalama Hacim Artımı Grafiği



## BÖLÜM VII

### Meşcerede Artım ve Büyüme Kanunları

#### 1. Genel Bilgiler

Meşcerede artım ve büyüme ilişkileri, meşcerenin genel özelliklerini temsil etmesine dikkat edilerek alınan, belirli büyüklükteki deneme alanları üzerinde yapılan ölçme ve gözlemler yardımıyla belirlenmektedir. Söz konusu ilişkilerin ortaya konmasında en güvenilir yöntem, belirli bir ağaç türünün oluşturduğu, belirli bir yetiştirme ortamında yer alan genç meşcereler ayırdıktan sonra bunlarda belirli bir silvikültürel işlem uygulamak suretiyle, meşcereleri idare mühleti boyunca ölçmeye tabi tutmaktır. Böylece, meşceredeki ağaç sayısı, göğüs yüzeyi, ortaçap, ortaboy, hacim ve bunların artım ve değişimlerinin yaşa bağlı olarak belirlenmesi mümkün olmakta, ayrıca söz konusu öğelerin farklı bonitetler için karşılaştırılması yapılabilmektedir.

Devamlı deneme alanlarının güvenilirliğine karşın, ölçme süresinin uzunluğu bu süre içinde, deneme alanlarının çeşitli tehlikelere açık olması ve bu yüzden tahrip edilmesi, denemeyi sonuna kadar izlemenin bir için mümkün olmaması, farklı kişilerin aynı silvikültür işlemini farklı uygulayabilmesi gibi sakıncaları karşısında, ölçme süresi kısaltılmakta, değişkenliği azaltmak için deneme alanı sayısı arttırılmaktadır.

Daha önce değinildiği gibi, meşceredeki artım ve büyüme ilişkilerinin, meşcereyi temsil edecek bir orta ağaç seçilerek, bundan elde edilecek değerler yardımıyla ortaya konamamaktadır. Zira, herhangi bir periyottaki orta ağaç müteakip periyotlarda orta ağaç olarak niteliğini koruyamamaktadır. Ayrıca, meşcere, ağaç sayısı, ağaçların çap kademelerine dağılımı, ağaçların farklı sosyal tabakalar oluşturması gibi tek ağaç yardımıyla belirlenemeyecek ek özelliklere sahiptir. Bunların yanında meşceredeki bugünkü servet, meşcerenin bugüne kadar oluşturduğu tüm servet değildir. Meşcere artımının bir kısmı ölüm ve kesimlerle meşcereden uzaklaştırılmıştır.

Meşcereye katılan ağaçlar aynı büyüme ortamının olanaklarını paylaşmak durumunda olduklarından birbirleri ile rekabet halindedirler. Öte yandan, bir arada bulunmak suretiyle birbirlerini rüzgar ve güneşin olumsuz etkilerinden korurlar. Meşcere içi rutubet ve sıcaklık, açık alana nazaran ağaçlar için daha olumlu düzeydedir.

Meşcereye katılan ağaçların hepsinin büyüme enerjisi aynı değildir. Bazı araştırmacılar söz konusu farklılığın tesadüfi olarak ortaya çıktığını savunmakta ise de genetik özelliklerin katkısı daha fazladır. Kalıtsal olarak yeterli enerjiye sahip olmayan bireylere daha iyi büyüme koşulları sağlasa bile bunlar büyüme enerjileri yüksek bireyler kadar başarılı olamamaktadırlar.

Büyüme enerjisindeki farklılıklar, meşcerede ağaçlar arasında tabakalaşmaya yol açmıştır. Bu nedenle, meşceredeki artım ve büyüme ilişkilerinin araştırılmasında ağaçların sınıflandırılması önem kazanmaktadır. Meşceredeki ağaçların sınıflandırılması, doğal, teknik ve ekonomik kriterlere dayalı olarak değişik şekillerde yapılabilmektedir. Şimdiye kadar yapılan çalışmaların esas aldığı sınıflama olduğu için, burada Kraft sınıflaması kısaca tekrarlanacaktır. Kraft sisteminde ağaçlar beş sosyal tabakaya ayrılmaktadır.

1. Tam Galip Ağaçlar
2. Galip Ağaçlar
3. Ortak Galip Ağaçlar
4. Alt Durumlu Ağaçlar
5. Tamamen Baskı Altındaki Ağaçlar

Meşceredeki bir ağacın gelişmesi, meşcerede katıldığı tabaka ile yakından ilgilidir. Üst tabakadaki ağaçlar direk güneş ışığından daha büyük oranlarda yararlanmakta olanlardır. Daha büyük tepe yapısı bu nedenle daha büyük artım anlamına gelmektedir. Bir ağacın işgal ettiği tabaka onun gelecek periyotlarda yaşama şansını da büyük ölçüde belirlemektedir. Işık ağaçlarının oluşturduğu meşcerelerde boyca geri kalmış bireyler kısa bir zaman içinde meşcereden uzaklaşmak durumundadırlar.

Meşceredeki ağaçların tümü ömür boyu aynı sosyal tabakada yer almamaktadır. Üst durumlu bir ağacın daha ileri periyotlarda alt tabakalara geçmesi meşcere dinamiğinde olağandır. Sözü edilen bu durumun tersi özellikle, gölge ağaçlarının oluşturduğu meşcerelerde her zaman cereyan edebilmektedir. Diğer bir deyişle, baskı altındaki bir ağaç, baskıdan kurtulması halinde üst tabakaya katılabilmektedir. Bu nedenle, değişik yaşlı meşcerelerde, bonitet tayininde mutlak yaş yerine, baskıdan kurtulduğu tarihten bugüne kadar geçen zaman kullanılmaktadır.

Yukarıda yapılan açıklamaların ortaya koyduğu gibi, meşcere basit bir ağaçlar topluluğu değildir. Bu topluluğun dinamiği, orta ağaç denilen bir ağacın bir ağacın gelişimi ile paralellik göstermez. Kaldı ki meşcerede bütün ömrü boyunca orta ağaç niteliğini koruyan bir ağaç bulmak söz konusu değildir. Meşcere dinamiği incelenirken, meşcere asli meşcere ve ara (ayrılan) meşcere olmak üzere iki kısımda ele alınmaktadır. Her iki meşcerenin toplamı genel meşcere değerlerini vermektedir.

Bugüne kadar, araştırmalar daha çok eşit yaşlı saf meşcereler üzerinde yapılmıştır. Son zamanlarda eşit ve değişik yaşlı ( saf ve karışık) meşcerelerde geniş çaplı araştırmalara konu olmaktadır.

Uzun yıllardan beri yapılan araştırmalarla toplanan meşcerelere ilişkin bilgiler, bonitet ve yaşa göre ortalama değerler halinde düzenlenerek “Hasılat Tabloları” elde edilmektedir. Buna göre, hasılat tabloları, meşcerelerin çeşitli yaşlarda ve bonitetteki ağaç sayısı, göğüs yüzeyi, meşcere ortaçağı, asli ve ara meşcere hacmi, artım ve artım yüzdeleri gibi özellikleri ortalama değerler olarak veren yardımcı tablolarıdır. Bu tablolardan ekonomik ve teknik işlerin planlanması ve denetiminde büyük ölçüde yararlanılmaktadır. Hasılat tablolarının düzenlenme yöntemleri ve sorunları ilgili bölümde ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

## **2. Eşit Yaşlı Saf Meşcerelerin Gelişme Kanuniyetleri**

Eşit yaşlı saf meşcerelerle ilgili bilgilerimiz daha çok Orta Avrupa’da iki yüz yıla yakın bir zamandan beri sürdürülen araştırmalardan gelmektedir. Eşit yaşlı saf meşcereler, silvikültür ve amenajmanlarının kolay olması nedeniyle oldukça eski tarihten beri pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Ancak, hemen belirtmek gerekir ki, eşit yaşlı saf meşcereler için bütün sorunlar çözümlenmiş değildir. Meşcere büyümesinin denetim dışı kalan çok sayıda etken altında ortaya çıkması, bir çok durumda elde edilen sonuçların genelleştirilebilmesini bile kısıtlayabilmektedir. Bu durum, her ülkenin hasılat çalışmalarını kendi koşulları içinde yapması gereğini ortaya koyar.

Bugün Türkiye’de hasılat ilişkileri araştırılmış meşcereler altı ağaç türünün oluşturduğu meşcerelerdir. Bunlar, meşe, sarıçam, kızılçam, karaçam ve ladindir. Ayrıca amenajmana ışık tutacak bilgiler ortaya konmuştur.

Bundan sonraki kısımlarda eşit yaşlı saf meşcerelerin hektardaki ağaç sayısı, orta çap, orta boy, göğüs yüzeyi, hacim ve hacim artımı ile yüzdesi, ince odun miktarı gibi özelliklerinin zamana bağlı olarak değişimleri, asli ve ara meşcere ile genel meşcere için ayrı ayrı ele alınarak açıklanacaktır.

## 2.1.Meşcere Ağaç Sayısı

Asli meşceredeki ağaç sayısı, bir ağaca ayrılan ortalama büyüme ortamının belirlenmesi bakımından önem taşımaktadır. Ancak, hemen belirtmek gerekir ki ağaca ayrılan büyüme ortamının rolü ağacı boyutlarına göre değişmektedir. Bir ağaca ayrılan büyüme ortamı mutlak değer olarak daha büyük olmakla birlikte, boyutları dikkate alındığında küçük kalabilir. Ayrıca, aynı büyüme ortamı miktarı iyi ve fena bonitetlerde farklı etkiye sahiptir.

Özellikle eşit yaşlı saf ışık meşcerelerinde, mağlup ağaçların kısa zamanda meşcereden uzaklaşacakları düşünülecek olursa, birim alandaki ağaç sayısı üst durumlu ağaçların ortalama tepe genişliğine göre belirlenecektir. Meşceredeki ortalama tepe genişliği (D) ile gösterilecek olursa, birim alandaki ağaç sayısı iki değişik varsayıma göre hesaplanmaktadır. Bunlar, ağaçların meşcerede kare şeklinde dağılmakta yada meşcerede üçgen biçiminde yer almaktadır.

Birinci varsayıma göre, (D) şeklindeki bir ağaca meşcerede ayrılan büyüme ortamı  $D^2$  kadardır. Buna göre hektardaki ağaç sayısı  $N_k = 10000/D^2$  kadardır.

Ağaçların meşcerede üçgen şeklinde dağıldıklarını kabul eden yaklaşıma göre D çapındaki ağaca ayrılan büyüme ortamı  $D^2 \times \sqrt{3/2} = D^2 \times 0.866$  kadardır. Böylece, hektardaki ağaç sayısı  $N_{\bar{u}} = (10000/(D^2 \times 0.866)) = N_k \times 1.155$  olup kare dağılımına göre % 15 daha fazladır.

Meşceredeki ağaçların kare ile üçgen arasında kalan bir şekle göre dağıldıkları kabul edilecek olursa, meşceredeki ağaç sayısı  $N = (10000/(D^2 \times 0.933)) = N_k \times 1.07$  kadar olup kare dağılımından % 7.2 oranında daha fazladır.

Ağaç sayısının yukarıdaki şekillerden biri ile hesabı dah çok kuramsal niteliktedir. Bununla birlikte, bazı çalışmalar ileri yaşlar için meşceredeki ağaç sayısı ile uyum gösterdiğine işaret etmektedir. Örneğin, Köhler, ladinde ortalama tepe çapının meşcere boyunun 6’da birine eşit olduğunu, dolayısıyla 30 m boyundaki bir meşcerenin hektardaki ağaç sayısının 400 olacağını ileri sürüyor. Heck, bu şekilde hesaplanan ağaç sayılarının ileri yaşlı meşcerelerde tatmin edici olacağına ve kullanılabileceğini ifade ediyor.

Eşit yaşlı asli meşcerelerde birim alandaki ağaç sayılarının yaşa bağlı olarak değişimi incelendiğinde genç yaşlarda çok yüksek olan ağaç sayısının yaş ilerledikçe önceleri hızlı, sııklık devresinden sonra daha yavaş bir şekilde azaldığı görülmektedir. Örneğin, Türkiye’de birinci bonitette yetişen doğal karaçam meşcerelerinde 30 yaşında bir hektarda ağaç sayısı 4700 civarında iken, bu sayı 60 yaşında 1600, 120 yaşında 450 civarına düşmektedir. Aynı sayılar, doğal ladini için sırasıyla 5350, 1650 ve 510’dur.

Asli meşcerenin birim alandaki ağaç sayısı üzerinde, ağaç türü, yetişme ortamı ve bakım kesimlerinin etkisi vardır.

- **Ağaç Türü**

Işık ve gölge ağacı türlerinin oluşturdukları saf meşcerelerde aynı yaş ve yetişme ortamı kalitesi için, ağaç sayıları arasında farklar vardır. Bu fark genç yaşlarda daha büyük olup yaş ilerledikçe azalmaktadır. Birim alandaki ağaç sayısı gölge ağaçlarında daha fazladır. Örneğin, Gökvarda birinci bonitet için 40 yaşında 3200 ağaç sayısına karşı ışık ağacı olan çamda 1570, meşede 1230 ağaç bulunmaktadır. 120 yaşında bu değerler sırasıyla 400, 265 ve 159 bulunmuştur. Yukarıda verilen örnekte ışık ağacı olan karaçam ile gölge ağacı olan gökvar karşılaştırılmıştır.

- **Yetişme Ortamı**

Yetişme ortamının kalitesi yükseldikçe, birim alandaki ağaç sayısı azalmaktadır. Bu durum, iyi yetişme ortamında rekabetin daha kuvvetli olmasının bir sonucudur. Aynı nedenle, iyi bonitetlerde ağaç sayısında azalma daha hızlıdır. Söz konusu farklar yaş ilerledikçe azalır. Örneğin, Türkiye’de birinci bonitetteki doğal yetişmiş doğu ladini meşceresinde ağaç sayısı 30, 60 ve 90 yaşlarında 5350,1650 ve 830 iken, üçüncü bonitetteki doğu ladini meşcerelerinde, aynı yaşlar için, 9350, 2890 ve 1450 civarındadır.

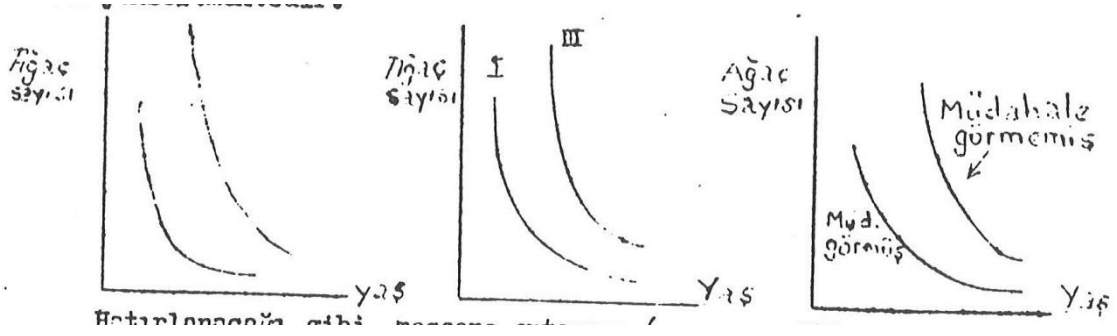
- **Meşcere Yetişme Şekli ve Bakım Kesimleri**

Doğal gençleştirme ile geliştirilen meşcerelerde, diğer değişkenler eşit kalmak koşuluyla ağaç sayısı dikimle oluşturulan meşcerelerden çok fazladır. Dikimle getirilen meşcereler dikim aralık ve mesafesine bağlı olarak farklı ağaç sayısına sahip olabilmektedirler.

Yapılan bakım kesimleri meşceredeki ağaç sayısını büyük ölçüde değiştirebilmektedir. Aralama şiddeti fazlaştıkça birim alanda kalan ağaç sayısı azalır.

Daha önce değinildiği gibi meşceredeki ağaçların ağaç sınıflarına dağılımı ömür boyu aynı kalmaz. Genellikle, Kraft sistemine göre tam galip olarak tanımlanan ağaçların oranı azalırken, galip ve orta galip ağaçların oranı yükselmektedir. Buna rağmen, üst tabakada yer alan toplam ağaç sayısının oranı mağlup olanlara göre yüksektir. Değişik tabakalarda yer alan ağaçların artımları arasında önemli farklar bulunması, ağaçların hangi sosyal tabakada yer aldığı konusuna önem kazandırmaktadır.

Meşceredeki sosyal tabakalarda yer alan ağaçların sayıları arasındaki oranlar aralamanın şekil ve şiddetine göre de değişmektedir. Örneğin, alçak aralama üst tabakadaki ağaçların sayısını yükseltirken, yüksek aralama alt tabakada yer alan ağaçların oranını yükseltmektedir.



Hatırlanacağı gibi, meşcere orta çapı (meşcere göğüsüzeyi orta ağacının çapı) ile hektardaki ağaç sayısı arasında  $N = k \times D^{-b}$  veya  $\log N = \log k - b \log D$  ile ifade edilen bir bağıntı bulunmaktaydı. Bu bağıntı, meşcere sıklık göstergesini belirlemede ve normal sıklıkta olmayan meşcerelerin ayırımında kullanılmaktadır.

## 2.2.Meşcere Boyu

Meşcere boyu terimi ile geçmişte daha çok asli meşcerenin ortaboyu anlaşılmıştır. Ortaboy ile ortalama boyu birbirinden ayırt etmek gerekir. Ortalama boy, aritmetik ortalama niteliğe sahip ağacın boyudur. Örneğin, meşcerede, çeşitli çaptaki ağaçların boylarının aritmetik ortalaması ortalama boyu verecektir. Buna karşı, göğüsüzeyi orta ağacının boyu orta boy olup, doğrudan doğruya hesapla değil, dolaylı olarak bulunmuş bir boydur. Doğal olarak iki boy arasında fark vardır. Aritmetik ortalama boy, müdahalelere karşı daha duyarlıdır.

Sözü edilen bu tanım ve özellikler ortalama çap ve ortaçaap içinde aynen geçerlidir.

Çeşitli yaşlarda hesaplanan asli meşcere orta veya ortalama değerleri, azalan ağaç sayısı nedeniyle farklı sayıda bireye dayandırılmaktadır. Bu nedenle, periyot orta değerleri arasındaki farkın yalnız doğal gelişmenin değil, farklı elemanlarının kullanılmasından da ileri gelmektedir. Örneğin, meşcere 10 yıl yaşlanırken kesimlerle daha çok meşcereye bir iki yıl geç gelmiş, bu nedenle daha önce gelenlerin baskısı altında kalarak gelişmemiş bireyler çıkarıldığından, meşcere orta ağacı 11 yıl yaşlanabilmektedir.

Asli meşcere ortaboyunun müdahalelerden dolayısıyla hesaplama işleminden etkilenmekte olması ortaboy yerine meşcere üst boyunun kullanılmasına yol açmıştır. Bununla birlikte meşcere üst boyunun tayininde farklı yaklaşımlar kullanıldığından, üst boyun ne şekilde bulunduğu belirtilmesi, karşılaştırma ve yorumların sağlıklı yapılabilmesi bakımından önem taşımaktadır.

Geçmişte, göğüsüzeyi ile vezinlendirilerek hesaplanan Lorey ortalama boyu kullanılırken, son zamanlarda müdahalelere karşı daha az duyarlı olan göğüsüzeyi orta ağacının boyu meşcere ortaboyu olarak kullanılmaktadır.

Meşcere orta boyunun yaşa göre değişimi tipik bir S eğrisi vermektedir. İleri yaşlarda Üst boy ile ortaboy arasındaki fark çok azalmaktadır. Orta boyun cari artımı önce hızlı olarak yükselir ve bir azamiye ulaştıktan sonra daha yavaş olarak alçalmaya başlar.

### • Ağaç Türü

Aynı bonitet için hızlı büyüyen ışık ağaçlarında meşcere ortaboyu gölge ağacı meşcerelerinin ortaboyundan başlangıçta daha büyüktür. İleri yaşlarda, gölge ağaçlarının

ortaboyu ışık ağaçlarının ortaboyuna yetişmekte ve onları geçebilmektedir. Bu durum karışık meşcereler için önemlidir. Örneğin, Kazdağı göknarı ile karaçamın bir arada büyüdükleri meşcerelerde, gölge ağacı olan Kazdağı göknarının başlangıçta boyca geri kaldığı karaçama ileriki yaşlarda geçmekte ve ona baskı yaparak meşcereden uzaklaşmasına yol açmaktadır. Cari boy artımı ışık ağaçlarında daha erken azamiye ulaşır.

- **Yetiştirme Ortamı**

Bilindiği gibi, meşcere boyu meşcere verim gücünü tayininde kullanılan bir özelliktir. Bu nedenle iyi yetiştirme ortamlarında, meşcere boyu daha fazladır. Türkiye karaçamları için hazırlanan hasılat tablosunda, 100 yaşındaki üst boy birinci bonitette 32 m, üçüncü bonitette 22 m, beşinci bonitette 12 m'dir. Doğu ladini için bu değerler sırasıyla 34.5 m, 24.5m ve 14.5 m'dir. Meşcere ortaboyu cari artımının azamiye ulaşma yaşı iyi bonitetlerde daha erkendir.

- **Bakım Kesimleri**

Bakım kesimlerinin meşcere orta boyunu etkilemediği kabul edilmekte idiye de gerçeğin böyle olmadığı artık bilinmektedir. Bu nedenle meşcere üst boyu orta boya tercih edilmektedir. Özellikle genç yaşlarda, sık durumlu meşcerelerde, ışığa kavuşma mücadelesi nedeniyle boylar daha çok uzadığından böyle meşcerelerin boyları daha büyük olmaktadır.

### **2.3.Meşcere Ortaçapı**

Meşcere orta çapı hesabına, meşcereyi oluşturan bireylerin göğüsçapı 4 cm veya daha kalın olanlar dahil edilmektedir. Bu nedenle, orta çap çap grafiğinde orijinden başlamamaktadır.

Asli meşcere ortaçapı meşcere göğüsüzeyi orta ağacının çapı olarak anılmaktadır. Bu çap, meşcerenin yaşlanması ile birlikte yükselmeye başlayarak bir S eğrisinden çok, yaş (x) eksenine göre dışbükey bir eğri çizer. Daha önce değinildiği gibi, bakım kesimleri ile daha çok mağlup ve ince çaplı ağaçların çıkarılması, meşcere ortaçapının hızlı gelişmesine yol açar. Bu gelişmeye, biyolojik gelişmenin yanında, ince çaplı ağaçların çıkarılmasının da katkısı vardır. Hesap nedeniyle, ortaçapta görülen kayma miktarı, ortaçap hesabında aralama kesimlerinden sonra meşcerede kalan ağaçların periyot başındaki ile periyot sonundaki çapları kullanılarak ortaya konabilir.

Meşcere ortaçapının gelişmesi meşcereyi oluşturan ağaç türüne göre farklılık göstermektedir. Hızlı büyüyen ışık ağacı türlerinin meşcere ortaçapları yavaş büyüyen gölge ağaçlarının meşcere ortaçaplarından büyüktür. Ancak ileri yaşlarda, gölge ağaçlarının ortaçapı ışık ağaçlarının ortaçapını geçebilmektedir.

İyi yetiştirme ortamlarında meşcere ortaçapı aynı yaş için daha büyüktür. Dolayısıyla, iyi yetiştirme ortamlarında belirli bir çapı amaç edinmiş teknik idare müddeti daha kısadır.

Meşcere ortaçapı, meşceredeki ortalama büyüme ortamı ile yakın bir bağıntı içindedir. Kuvvetli bakım kesimlerinde ortalama büyüme ortamı daha büyük olacağından, bu meşcerelerin ortaçapı daha fazladır. Buna bağlı olarak, bakım kesimlerini şiddetlendirmek suretiyle belirli bir çapa daha kısa bir zamanda ulaşılacaktır. Ancak, şiddetli kesimlerin meşcere servetini azalttığı unutulmamalıdır.

### 2.3.1. Eşit Yaşlı Meşcerelerde Ağaçların Çap Kademelerine Dağılımı

Meşcereyi oluşturan ağaçların çapları hiçbir zaman aynı değildir. Ağaçların çap kademelerine dağıtılması durumunda, ağaç türüne, meşcere yaşına, yetiştirme ortamına ve yapılan bakım kesimlerine göre belirlenen bir çap dağılım eğrisi elde edilir. Söz konusu dağılım eğrisi, artım eğrisini hatırlatacak şekildedir. Kademelerdeki ağaç sayıları ince çaplardan itibaren yükselerek ortaçap kademeleri civarında en yüksek değerine ulaştıktan sonra kalın çap kademelerine doğru tekrar bir azalma gösterir. İleri yaşlara doğru bu azami değerde azalma olur.

En kalın çapla en ince çap arasındaki fark, diğer bir deyişle çap değişim aralığı, genç yaşlarda daha az ileri yaşlarda daha fazladır. Buna göre, çap dağılım eğrisi ileri yaşlarda daha yayvan hale gelmekte, dolayısıyla çap dağılım varyansı yükselmekte, fakat, dağılım eğrisi daha simetrik hale gelmektedir.

Çap dağılım eğrisi genellikle sola çarpıktır, diğer bir deyişle, aritmetik ortaçap tepe değeri çaptan büyüktür. Dağılımın çarpıklığı ağaç türüne ve yetiştirme ortamına göre değişmektedir. Işık ağaçlarında çarpıklık daha az iken, gölge ağaçlarında daha fazladır. Bu durum, gölge ağacı meşcerelerinde mağlup ağaçların daha uzun müddet yaşama yeteneklerini kaybetmemelerinde gelmektedir.

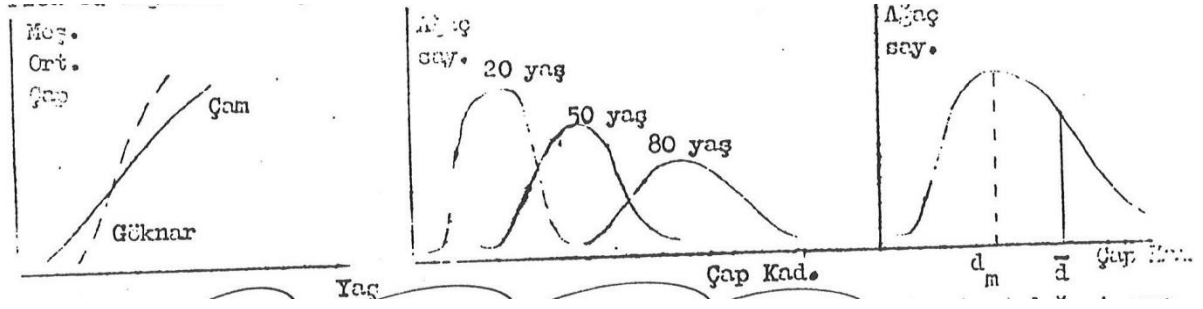
İyi yetiştirme ortamlarında çap değişim aralığı daha fazla fakat eğri daha az çarpıktır.

Ağaçların, çap dağılımı itibarıyla, birbirlerine göre durumları ömür boyu sabit kalmamaktadır. Bazı ağaçlar çap sınıflamasında nispi olarak gerilere kayabilmektedir. Bu durum özellikle, ortaçap kademelerinde yer alan ağaçlarda görülmektedir. Bunun nedeni, bakım kesimleri ile sağlanan daha fazla büyüme ortamından kalın çaplıların daha çok yararlanmasıdır. Sıra değiştirme denen bu olay özellikle bakım kesimlerinin şiddetli olması durumunda daha açık bir şekilde görülmektedir. Sıra değiştirme olayı da ömür boyu meşcerede aynı ağacın orta ağaç durumunda kalamayacağını gösteren diğer bir olaydır.

Meşcerede çap dağılımı ile ilgili olan diğer önemli bir husus, aynı çap kademesinde bulunan ağaçların farklı sosyal tabakalarda yer alabilmeleridir. Aynı çaplardaki ağaçların boyları arasındaki farklar, meşcere yaşı ilerledikçe azalmakta buna bağlı olarak çapla boy arasındaki bağıntı daha da belirginleşmektedir.

Meşcerede çap kademelerine dağılım meşcereye optimal kuruluşu kazandırmak açısından bilinmesi gereken önemli bir özelliktir. Bu nedenle, daha objektif şekilde ifade edebilmek için, çap dağılımını temsil edecek matematik modeller teklif edilmiştir. Normal dağılım, lognormal dağılım, hata dağılımı ve Woibull dağılımı üzerinde durulan dağılımlardır. Söz konusu bu dağılımlardan, daha çok bir eğri ailesi olarak tanımlanabilecek olan hata dağılımı ve Woibull dağılımı, eşit veya değişik yaşlı meşcerelerde, çap dağılımını temsil açısından daha başarılı görülmektedir. Ayrıca bu dağılımların parametreleri biyolojik yorumlamaya daha uygundur.





#### 2.4.Eşit Yaşlı Meşcerelerde Göğüsüzeyi Gelişimi

Meşcere göğüsüzeyi, meşcereyi oluşturan ağaçların göğüsüzeyleri toplamıdır. Üç türlü göğüsüzeyi söz konusudur. Asli meşcere göğüsüzeyi, ara meşcere göğüsüzeyi ve genel meşcere göğüsüzeyi. Asli meşcere göğüsüzeyi ölçme tarihinde meşcerede bulunan ağaçların göğüsüzeyleri toplamı, ara meşcere göğüsüzeyi bakım kesimleri ile meşcereden çıkan ağaçların göğüsüzeyleri toplamı, genel meşcere göğüsüzeyi ise asli ve ara meşcere göğüsüzeyleri toplamıdır.

Meşcere göğüsüzeyinden söz edebilmek için, meşcereyi oluşturan bireylerin göğüşçaplarının en küçük ağaç çapına ulaşmaları gerekmektedir. IUFRO'ya göre en küçük ölçme çapı 4 cm'dir.

Göğüsüzeyi tespitleri yapılacak duruma eriştikten sonra, meşcere göğüsüzeyi yaşa bağlı olarak, nispeten hızlı bir tempoyla yükselir. Orta yaşlılık devresinden sonra bu yükselme hızı kaybolur, eğrinin değişimi daha yatık bir durum alır. Bu zaman içinde, bazı ağaçların çeşitli nedenlerle uzaklaşmış olmaları, meşcere göğüsüzeyinin gelişimini pek etkilememektedir. Zira, çıkan her ağaç kalanlara daha çok büyüme alanı bırakmakta, dolayısıyla komşu ağaçların daha büyük göğüsüzeyi artımı yapmaları meşcere göğüsüzeyinin gelişimini devam ettirmektedir. Bununla birlikte, diğer koşullar eşit ise, daha çok ağaç sayısı içermeyen meşcerenin göğüsüzeyi daha büyüktür. Ancak, bu fark fazla değildir.

- **Ağaç Türü**

Gölge ağacı meşcerelerinin göğüsüzeyleri ışık ağacı meşcerelerinin göğüsüzeylerinden fazladır. Örneğin, I. bonitette 100 yaşındaki göknar meşcerelerinde göğüsüzeyi  $63 \text{ m}^2$  iken aynı bonitet ve yaştaki çam meşceresindeki göğüsüzeyi  $34 \text{ m}^2$  civarındadır.

Yukarıda da değinildiği gibi, çeşitli ağaç türlerine ait meşcerelerinin göğüsüzeylerinin yaşa bağlı olarak değişimleri farklılık göstermektedir. Genellikle ileri yaşlarda, göğüsüzeyi eğrisi pek yükselme göstermez. Çamda ise bir azalma bile söz konusu olabilmektedir. Gölge ağacı olan göknarlarda göğüsüzeyi eğrisinin yükselmesi 120 yaşına kadar devam edebilmektedir.

Işık ağaçlarının da hektardaki göğüsüzeyi eşit değildir. Örneğin, Türkiye karaçamları için tertip edilmiş hasılat tablosunda I. bonitet ve 100 yaş için doğal yetişmiş ve müdahale görmemiş karaçam meşcerelerinin göğüsüzeyi  $63.8 \text{ m}^2$  bulunmuştur. Buna karşın aynı özellikteki kızılçam meşcereler ortalama  $30 \text{ m}^2$ , sedir meşcereleri ortalama  $46 \text{ m}^2$  göğüsüzeyine sahiptir.

- **Yetiştirme Ortamı**

İyi bonitetlerde meşcere göğüsüzeyi daha yüksektir. Örneğin, Türkiye’de doğal yetişmiş ve müdahale görmemiş 100 yaşındaki ladin meşcerelerinde göğüsüzeyi I. bonitet için ortalama 61 m<sup>2</sup>, III. bonitet için ortalama 57 m<sup>2</sup> bulunmuştur. Bilindiği gibi, düşük bonitetlerde ağaç sayısı daha fazladır. Buna göre, daha çok ağaç sayısı, bonitetler eşit değilse, daha çok göğüsüzeyi anlamına gelmemektedir.

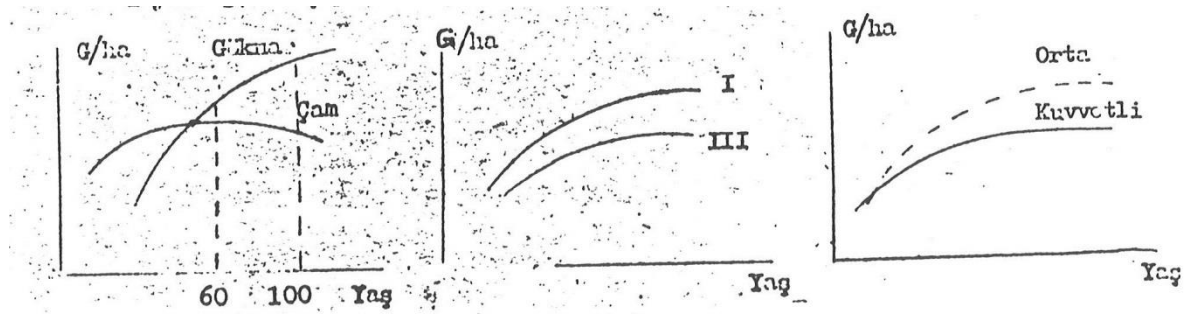
Göğüsüzeyi cari artımı iyi bonitetlerde daha erken azamiye ulaşmaktadır. Ne var ki, göğüsüzeyi artımı meşcere ölçme çapına gelmeden önce azamiye ulaştığından, göğüsüzeyi artım eğrileri genellikle azalan eğri şeklinde görülürler. Ancak, bonitetler arasındaki göğüsüzeyi artımları birbirlerinden büyük farklar göstermezler. Örneğin, kayında 100 yaşındaki göğüsüzeyi artımları bonitetler için şöyledir, I. bonitet 0.53 m<sup>2</sup>, III. bonitet 0.45 m<sup>2</sup>.

Göğüsüzeyi artımını bonitetlere göre nispeten az bir farklılık göstermesi, bonitetler arasındaki hacim farkının daha çok boydaki farklılık nedeniyle belirlendiğine işaret eder. Bu durum, meşcere boyunun verim gücü olarak kullanılmasının isabetli olduğunu göstermektedir.

- **Bakım Kesimleri**

Belirli bir şiddetteki bakım kesimine tabi meşcerelerde çıkan ağaçlar geride kalanlara daha çok büyüme ortamı bıraktıklarından, asli meşcere ağaçlarının göğüsüzeyleri artımlarında ortaya çıkan yükselme, çıkan göğüsüzeyi miktarını, özellikle genç yaşlarda geçmekte, dolayısıyla meşcere göğüsüzeyi artmasına devam etmektedir. İleri yaşlarda ise bir denge durumu görülmektedir. Buna karşın, genel meşcere göğüsüzeyi devamlı bir yükselme halindedir.

Öte yandan, bakım kesimlerinin farklı şiddetleri için asli meşcere göğüsüzeyi değerleri fark göstermektedir. Ancak, bu fark büyük değildir. Örneğin, 100 yaşında I. bonitetteki kayın meşceresinin farklı bakım kesimi şiddetleri için ortalama göğüsüzeyi miktarı şöyledir. Zayıf 37 m<sup>2</sup>, orta 34 m<sup>2</sup>, kuvvetli 30 m<sup>2</sup>, çok kuvvetli 28 m<sup>2</sup>.



Bölüm III’de 3.2.2. başlığı altında değinildiği gibi, meşcere hacmi, meşcere göğüsüzeyi ve meşcere boyunun bir fonksiyonudur. Buna göre, daha büyük göğüsüzeyi daha büyük hacim sağlamaktadır. Ancak, bu her zaman böyle değildir. Gelişme yarışında geri kalmış, bu nedenle mağlup durumlu ve küçük göğüsüzeyine sahip bireylerin nispeten uzun bir dönem canlı kalabildikleri meşcerelerde, meşcere göğüsüzeyi büyük görünse bile, bu göğüsüzeyi artım bakımından başarısız bireylerden oluştuğundan, meşcere artımı daha küçük göğüsüzeyine sahip fakat başarılı bireylerden oluşan meşcerelere nazaran daha az

miktarda gerçekleşmektedir. Bu nedenle, meşcere değerlendirilirken meşcereyi oluşturan bireylerin durumlar kesinlikle dikkate alınmalıdır.

### **2.5.Eşit Yaşlı Meşcerelerde Hacim Gelişimi**

Asli meşcere kalın odun hacmini yaşa bağlı olarak değişimi tipik bir büyüme eğrisi vermektedir. Küçük miktar olarak başlayan asli meşcere hacmi genç yaşlarda x eksenine göre içbükey, orta yaşlarda bir büküm noktasına sahip olmakta birlikte bir doğruya benzer bir seyir gösteren, ileri yaşlarda x eksenine göre dışbükey olan bir eğri vermektedir. Şiddetli bakım kesimleri yapılmazsa ileriki yaşlarda meşcere hacminde bir azalma görülmemektedir.

Kesimlerle bir kısım ağacın meşcereden uzaklaştırılmış olmasına karşın, asli meşcere hacminin yükselen bir seyir göstermesi, asli meşcereyi oluşturan ağaçların çıkan ağaçların hacimlerini geçen miktarda artım yapabilmeleri nedeniyledir.

#### **• Ağaç Türü**

Gölge ağaçlarının oluşturduğu meşcerelerin hacmi, ışık ağaçlarının meşcerelerine nazaran, diğer koşullar eşitse, daha yüksektir. Başlangıçta ışık ağacı meşceresinin hacmi daha büyük görünse bile, gölge ağacı meşceresinin hacmi buna yetişir ve geçer. Örneğin, Türkiye karaçam meşcerelerinde bonitet için, 30, 60 ve 120 yaşlarındaki asli meşcere hacmi 272 m<sup>3</sup>, 535 m<sup>3</sup> ve 852 m<sup>3</sup> iken yarı gölge ağacı olan doğu ladininde aynı bonitet ve yaşlar için bulunan ortalama hacimler sırasıyla 296 m<sup>3</sup>, 590 m<sup>3</sup> ve 953 m<sup>3</sup>'tür. Benzer şekilde I. bonitet ve 100 yaşındaki göknar meşceresinin hacmi 100 ile gösterilecek olursa, bu oran ladin için 76, kayın için 53, karaçam için 44 olmaktadır. Bu oranlar, genç yaşlara doğru birbirine yaklaşmakta, yukarıdaki karaçam ve ladin örneğinde olduğu gibi farklı bir diziliş oluşturabilmektedir.

#### **• Yetiştirme Ortamı**

İyi yetiştirme ortamında asli meşcere hacmi daha büyük olmaktadır. Bilindiği gibi meşcere hacmi (V), meşcere göğüs yüzeyi (G), meşcere boyu ve meşcere şekil emsaline göre hesaplanmaktadır. Meşcere silindirik boyu olan (FH) çarpımı iyi bonitetlerde daha büyüktür. Benzer şekilde, iyi bonitetlerdeki göğüs yüzeyi daha fazladır. Bu durum, iyi bonitetlerde daha yüksek hacim bulunmasını açıklamaktadır. Bonitetler arasındaki farklılığın derecesi ağaç türü ile de ilişkilidir. Örneğin, 100 yaşında doğu ladinini asli meşceresinin hacmi 100 kabul edilirse, III. bonitetteki hacim 67, V. bonitetteki hacim 45 olmaktadır. Bu oranlar aynı özellikteki Türkiye karaçamı için sırasıyla 69 ve 33'tür.

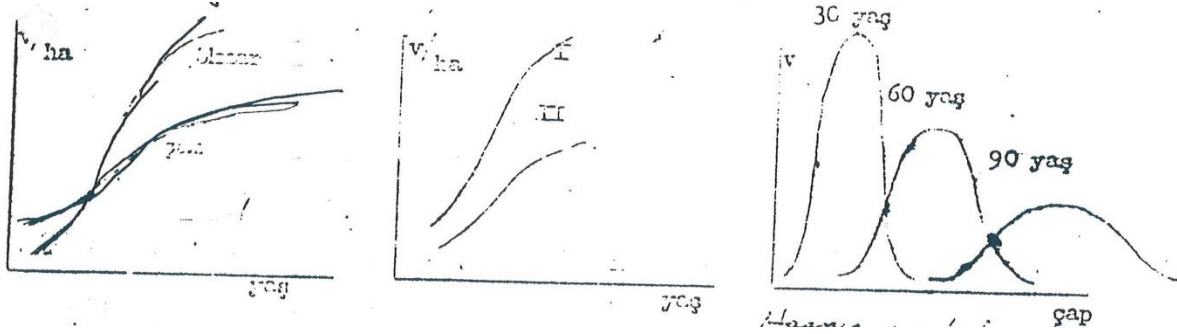
#### **• Bakım Kesimleri**

Genel hacim verimi üzerinde etkili olmadığı kabul edilen bakım kesim şiddetinin asli meşcere hacmini değiştirdiği görülmektedir. Örneğin, 100 yaşında ve I. bonitette orta şiddette kesim görmüş ladin meşceresi asli hacmi 100 kabul edilecek olursa, kuvvetli müdahale görmüş meşcerenin ki 83, çok kuvvetli müdahale görmüş meşcerenin ki ise 63 civarındadır.

### **2.5.1. Asli Meşcere Hacminin Çap Kademelerine Dağılımı**

Eşit yaşlı asli meşcerelerin, hacimlerinin çap kademelerine dağılımı, ağaç sayısının çap kademesine dağılımına benzer bir şekil arz etmektedir. Ancak, hacmin çap kademelerine dağılımı daha simetrikdir. Weck'in tespitlerine göre alçak aralamanın uygulandığı meşcerelerde azalan hacmin %50-80'lik bir kısmı ortaçağı 4 cm'den daha kalın ve 4 cm'den

daha ince olan çaplar arasında yer almaktadır. Hacmin çap kademelerine dağılımı, meşcere yaşlandıkça yayvan hale gelmektedir.



### 2.5.2. Meşcere Cari Hacim Artımı

#### • Ağaç Yaşı

Meşcere cari hacim artımı ışık ağacı meşcerelerinde daha erken azamiye ulaşmaktadır. Örneğin, göknar meşceresi 45 yaş civarında azamiye ulaşırken, çamlar 35 yaş civarında, ladin 50 yaş civarında azamiye ulaşmaktadır. Türkiye karaçamı meşcerelerinde net cari artım I. bonitette 60-70 yaş arasında azami değeri almaktadır. Diğer karaçam varyeteleri ile karşılaştırıldığında azami artıma ulaşım yaşının Türkiye karaçamlarında daha büyük olduğu görülmektedir.

#### • Yetiştirme Ortamı

Meşcere cari hacim artımı iyi bonitetlerde daha erken azamiye ulaşmaktadır. Azami cari artım değeri de iyi bonitetlerde daha yüksektir. Çok düşük bonitetlerde azami artım değeri görülmeyebilmektedir. İyi bonitetlerde cari hacim artımının azami değerden sonra azalışı daha hızlıdır. Çok ileri yaşlarda, bonitetlerde cari artım farkları çok azalmaktadır.

#### • Bakım Kesimleri

Bakım kesimlerinin yapılması, cari artımın azami zamanını geciktirmektedir. Ancak, kuvvetli kesimlerin cari artımın azami miktarını yükseltmediği artık bilinmektedir.

Daha önce açıklandığı gibi, hacim artımının daha büyük olduğu bir optimal göğüsyüzeyi değeri vardır. Bu değer, genç meşcerelerde, müdahale görmemiş meşcerelerin göğüsyüzeyinden daha küçük iken, meşcere yaşlandıkça müdahale görmemiş meşcereleri göğüsyüzeyi miktarına yaklaşmaktadır. Bu nedenle, çeşitli yaşlarda yapılacak aralama kesimleri miktarları cari artımı yüksek tutma bakımından önem taşımaktadır. Meşcere yaşlandıkça, aralama kesimlerinin şiddeti daha düşük düzeyde tutulmalıdır. Optimal göğüsyüzeyi bonitetler arasında da farklılıklar göstermektedir. Buda bize her bonitet için aynı aralama derecesinin uygulanmasının doğru olmayacağını ifade etmektedir. Bonitet fenalaştıkça, meşcerede ağaç başına düşen büyüme artımını arttırmak gerekir.

### 2.5.3. Ağaç ve Çap Sınıflarını Hacim Artımı Başarıları

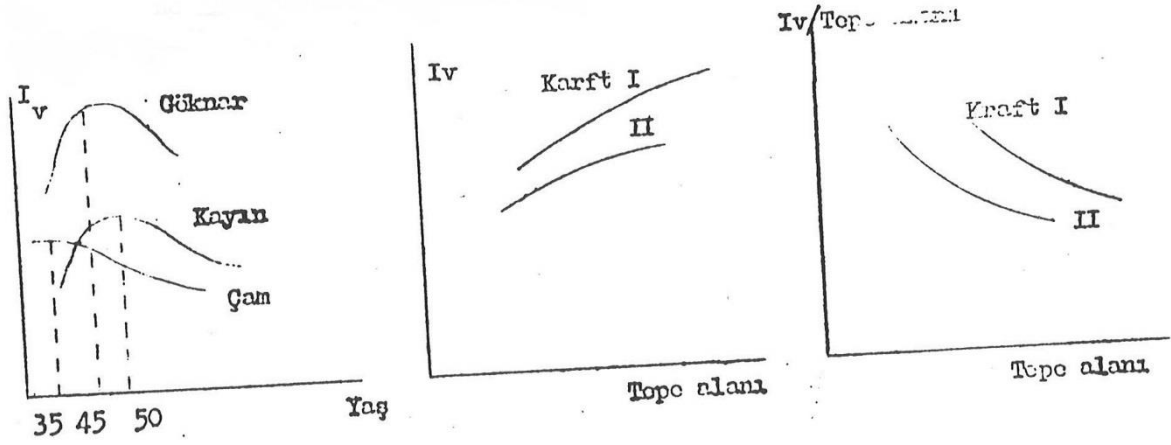
Meşcereye katılan ağaçların işgal ettikleri sosyal tabaka ile artım başarıları arasında sıkı bir bağıntı bulunmaktadır. Genel olarak kendisine daha büyük büyüme ortamı sağlanan ağaçların tepeleri de daha büyük olmakta, bu nedenle de daha büyük artım gerçekleştirebilmektedirler.

Sarıçamlarda yapılan bir çalışmaya göre, tepe büyüklüğü arttıkça, birim tepe yüzeyi başına (*artım/tepe yüzeyi*) isabet eden hacim artım miktarı da yükselmekte, belirli bir tepe büyüklüğünden sonra sabit kalmaktadır. Bu olgu çamlarda bir optimal tepe büyüklüğünün olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Üst tabakaya intikal etmiş ve dolayısıyla üst baskıdan ve nispeten yan baskılardan uzak galip ağaçlarda göğüsçapının kalınlaşması, birim tepe yüzeyi başına isabet eden hacim artımını pek değiştirmemektedir. Bu durum, galip ağaçların, gövde-tepe oranlarının dengeli olarak geliştiği şeklinde açıklanabilir. Orta galip ağaç ve alt durumlu ağaçlarda ise göğüsçapının kalınlaşması ile birim tepe yüzeyi başına düşen hacim miktarları azalmaktadır. Bu azalış alt durumlu ağaçlarda daha fazladır. Orta galip ve alt durumlu ağaçlarda tepe büyüklüğünün artması ile birim tepe yüzeyine isabet eden hacim artım miktarının (artım etkinliği) azalması, artan tepe büyüklüğü ile birlikte ışık alan yüzeyin nispi olarak azalması dolayısıyla, solunumun yükselmesi şeklinde açıklanmaktadır. Buna göre ağacın sosyal durumuna bağlı olarak ihtiyaç duyduğu bir optimal büyüme ortamı olmalıdır. Ağaçlara bu ortamın sağlanması meşcere artımını en yüksek düzeye çıkarabilecektir.

Meşcereyi oluşturan ağaçların ağaç tabakalarına dağılımı, yetişme ortamı, meşcere yaşı ve uygulana bakım kesimi ile ağaç türüne göre farklılık göstermektedir. Örneğin, zayıf aralama uygulanan iyi yetişme ortamındaki Avrupa ladini meşceresinde Kraft sisteminin ilk dört ağacı 0.20, 0.55, 0.18, 0.07 oranlarında bulunurken, şiddetli aralama uygulana meşcerede ilk üç ağaç 0.45, 0.47 ve 0.08 oranlarında yer almaktadır. Buna göre, zayıf aralama uygulanan meşcerede, üst durumlu ağaç sayısının % 75'i, şiddetli aralama uygulanan meşcerede, üst durumlu ağaç sayısının % 92'sini oluşturmaktadır. Zayıf aralama uygulanan meşcerede tam galip ağaçlar meşcere hacminin %32.4'ünü oluştururken, meşcere hacim artımının % 39.7'sini gerçekleştirmişlerdir. Galip ağaçların meşcere hacmine katılma oranları %55.1, meşcere hacim artımına katılma oranları %55.8'dir. Mağlup ağaçlarda bu oranlar sırasıyla %12.5 ve %4.5'tir. Kuvvetli aralama kesimlerini uygulandığı meşcerelerde ise tam galip ağaçların hacim ve meşcere hacmine katılma oranları %57.5 ve %62.2 iken galip ağaçlar için bu oranlar %38.3 ve %34.6'dır. Geriye kalan %4.2 ve %3.2'lik oranlar 3 nolu ağaçlara aittir.

Kuvvetli aralamaların yapıldığı meşcerelerde, tam galip ağaçların oranının yükselmesinin nedeni, zayıf veya ılımlı aralamaların uygulandığı meşcerelerde ağaçların bir kısmını alt tabakalara kaymalarına karşı, kuvvetli aralama uygulanan meşcerelerde ağaçların bir kısmını üst tabakalara geçebilmesidir. Böylece, meşcerede çeşitli ağaç tabakalarının meşcere hacim ve artımına katılma oranlarının ne olduğunun hesabının periyot başı ve periyot sonuna göre yapılmasının farklı sonuçlar verebileceğini göstermektedir.

Yukarıdaki sonuçlar, kuvvetli aralamanın Kraft sisteminin 2 ve 3 nolu ağaçlarına daha büyük ve serbest büyüme ortamı sağladığı, tama galip ağaçların meşcere hacmine katılma oranlarının yükseltilmesi halinde meşcere hacim artımının büyük bir kısmını oluşturabildikleri, dolayısıyla, meşcere hacminin yükseltilebileceği kanısını verebilir. Ancak, zayıf aralama halinde tüm meşcere hacim artımı kuvvetli aralamaya nazaran %5 oranında daha büyük bulunmuştu. Bir meşcerede daha yüksek artım, yukarıda denildiği gibi ağacın sosyal durumu, tepe büyüklüğü ve buna karşılık düşen büyüme ortamının ne olduğunun bilinmesi ve ağaca buna uygun bir ortamın sağlanması ile gerçekleştirilebilir.



#### 2.5.4. Ara Meşcere Değişimi

Meşcere bakım kesimlerinin düzenli olarak uygulandığı durumlarda, bu tür kesimlerle çıkarılan meşcereye ara meşcere adı verilmektedir. Ara meşcere hacmi uygulana bakım kesimlerinin şiddetine bağlı olduğundan, biyolojik anlamda bir artım söz konusu değildir.

Ara meşcere hacmi, genç yaşlarda ince boyutlu bireylerin çıkarılması nedeniyle oldukça küçük değerler halindedir. Daha sonraki yaşlarda çıkarılan birey sayısı azalmakla birlikte, bunların boyutları yükseldiğinden hacimleri de büyümektedir.

Bakım kesimleri ile meşcereden uzaklaştırılan hacim son kesim hasılasının %50-100'üne eşit olabilmektedir.

Ara meşcere hacminin genel verim içindeki oranı ışık ağaçlarında daha yüksektir. Ara hasılanın mutlak miktarı ise ağaç türünün verim gücüne bağlı kalmaktadır.

İyi yetiştirme ortamlarında ara meşcere hacmi daha büyüktür. Ara meşcerenin genel verim içindeki oranı da düşük bonitetlerde daha azdır. Örneğin, I. bonitetteki gökmar meşcerelerinden 120 yaşındaki toplam ara meşcere hasılat miktarı ve genel verime oranı 641 m<sup>3</sup> ve % 37.4 iken, III. bonitette bu değerler 386 m<sup>3</sup> ve % 35'tir. Bununla birlikte, bazı araştırmacılar düşük bonitetlerde ara meşcere hacim oranının daha büyük olduğunu ileri sürmektedir. Ancak, genel hacim verileri karşılaştırıldığında, düşük bonitetlerin oranının, asli meşcerelerin karşılaştırılmasındaki orandan daha küçük kaldığı görülmektedir. Bu sonuç, düşük bonitetlerde ara meşcere hacminin daha küçük oranda olması gerektiğini ortaya koyar.

Ara meşcere hacmi bakım kesimleri ile çok değişebilmektedir. Genel verim bakım kesimlerinden etkilenmediğine göre, daha kuvvetli aralamalar daha yüksek ara meşcere hacmi demek olmaktadır. Örneğin, I. bonitetteki kayın meşceresinde orta kuvvette aralama ile genel verimin %44'ü alınırken, şiddetli aralamada genel verim %58 çıkarılmıştır.

İnce çaplı odunların değerlendirilebildiği yerlerde, kuvvetli kesimler işletmenin para gelirini yükseltmektedir. Bu nedenle, erken yaşlarda başlayan kuvvetli aralamayı savunan görüşler vardır. Pazar durumu yeterli olmasa bile, özellikle sırkılık çağında yapılan aralama kesimleri son kesim hasılasını yükseltmektedir.

#### 2.5.5. Meşcere Genel Hacim Verimi

Ara meşcere hacmi ile ara meşcere hacimlerinin toplamı o yaşa ait genel meşcere hacmini vermektedir. Genel meşcere hacmi ağaç türünün biyolojik yeteneklerinin sonucu olarak

belirlenmektedir. Ağaç türleri arasında bu yetenek bakımından önemli farklar vardır. Örneğin, I. bonitette ve 100 yaşındaki göknar meşçeresinin genel hacim verimi 100 ile gösterilecek olursa, bu değerler ladinde 77, kayında 55, çamda 52 ve meşede 46 bulunmuştur. Bu oranlar çam ve meşe için, asli meşçere hacim oranlarına göre daha yüksektir. Bu sonuç ışık ağacı olan çam ve meşede ara hasıla oranlarının daha yüksek olmasından ileri gelmektedir.

Daha iyi yetişme ortamı daha yüksek verim demek olduğuna göre, iyi bonitetlerde genel verim daha yüksek olacaktır. Örneğin, I. bonitette ve 100 yaşındaki göknar meşçeresinin genel verimi 100 kabul edilecek olursa, III. bonitetteki genel verim 61, V. bonitetteki genel verim 35 olmaktadır. Işık ağacı olan çamda, düşük bonitetlere doğru genel verim oranları asli meşçere için bulunan oranlardan daha azdır. Bu durum daha önce değinildiği gibi düşük bonitetlerde ara hasıla oranının daha küçük olması nedeniyle ortaya çıkmaktadır.

Yapılan bakım kesimlerinin gene hacim verimini değiştirmedigine daha önce çeşitli vesilelerle değinilmiştir. Bakım kesimleri asli meşçerenin kalitesi ve sağlığını yükselttiği için gerekli olmaktadır. Ayrıca, pazar durumunun uygun olduğu yerlerde para geliri sağlandığından ekonomik başarıyı da yükseltmektedir.

#### **2.5.6. Meşçere Genel Ortalama Hacim Artımı**

Herhangi bir yaşta, meşçere genel hacim veriminin yaşa bölünmesiyle meşçere genel ortalama hacim artımı elde edilmektedir. Genel ortalama hacim artımının değişimi cari hacim artımına göre daha düzenlidir. Genel ortalama hacim artımının azami olduğu yaş meşçere idare süresinin kararlaştırılmasında kullanılan bir kriterdir. Bu nedenle, ormancılıkta önemli bir yeri vardır. Ortalama artım azamiye ulaştıktan sonra nispeten yavaş bir şekilde alçaldığından, kesim yaşının daha da uzatılması özellikle ortalama değer artımı ortalama hacim artımından sonra gerçekleşiyorsa, bir kayba yol açmamaktadır.

Meşçere genel ortalama artımının azamiye ulaşması tek ağaçtan daha önce olmaktadır. Bu sonuç, yaş ilerledikçe meşçeredeki ağaç sayısının azalması, buna bağlı olarak bir ağaca daha büyük büyüme ortamının düşmesi olgusu ile yakından ilgilidir. Daha büyük ortama kavuşan bireyler artımlarını yükseltmeye devam ederken, meşçeredeki ağaç sayısının azalması, meşçere ortalama artımının daha erken azami olmasına yol açmaktadır.

Genel ortalama artımının azamiye ulaşımı ağaç türleri arasında farklıdır. Işık ağacı meşçerelerinde ortalama artım daha erken azami olmaktadır. Azamide düşüş bu meşçerelerde daha hızlıdır. Örneğin, I. bonitetteki göknar meşçeresi 85 yaşında azami olurken aynı özellikteki çam meşçeresi 70 yaşında azami olmaktadır. Ağaç türlerinin azami değerleri arasında da fark vardır. Yukarıdaki göknar meşçeresinin azami değeri 15.4 m<sup>3</sup> bulunmuşken, çam meşçeresinin azami değeri 8.1 m<sup>3</sup> civarında hesaplanmıştır.

Yetişme ortamının iyileşmesi genel ortalama artımın azamiye ulaşma yaşını azaltmaktadır. Örneğin, I. bonitetteki göknar meşçeresi azami değere 85 yaşında, III. bonitette 110 yaşında, V. bonitette 120 yaşında azami ortalama artım gerçekleştirmiştir. İyi bonitette genel ortalama artımın azami değeri daha büyüktür. Yukarıdaki çam meşçeresi için, I. bonitetteki azami artım 8.1 m<sup>3</sup>, III. bonitetteki azami artım 5.3 m<sup>3</sup>, V. bonitetteki azami artım 2.7 m<sup>3</sup> hesaplanmıştır.

Aralama kesimleri şiddetinin genel ortalama artımının azami zamanını ne yönde etkilediği konusu tartışmalıdır. Parde'ye göre kuvvetli aralama kesimleri genel ortalama artımın azami

zamanını erkene almaktadır. Genhardt'ın kayın için hazırladığı hasılat tablolarında böyle bir ayırım yapılmamıştır. En son Assmann'ın çalışmalarına göre, kuvvetli müdahalelerin genel ortalama hacim artımının daha genç yaşlarda azamiye ulaşmasına yol açmaktadır.

Genel ortalama artım son zamanlarda bonitet ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Belirli bir yaşta gerçekleşen genel ortalama artım o yerin bonitetini göstermektedir. Örneğin, 100 yaşındaki genel ortalama artım 9 m<sup>3</sup> ise, o yerin boniteti IX rakamı ile temsil edilmektedir.

Genel ortalama artımın bonitet göstergesi olarak kullanılması, her şeyden önce, standart yaşa kadar meşcereden çıkan hacmin bilinmesini zorunlu kılmaktadır. Bu ise entansif işletmeciliğin uygulandığı yöreler için söz konusudur.

### **2.5.7. Meşcere Hacim Artım Yüzdesi**

Meşcere hacim artımının meşcere hacmine oranlanması ile hesaplanmaktadır. Meşcere hacim artım yüzdesinin değişimi tek ağaç hacim artım yüzdesi değişimine benzemektedir. Büyük değerler halinde başlayan artım yüzdesi eğrisi, yaşa ilerledikçe azalmaktadır. İyi yetişme ortamında, meşcere artım yüzdesi daha küçüktür. İleri yaşlarda farklı bonitetlere ait artım yüzdesi eğrileri birbirine yaklaşır. Bakım kesimlerinin uygulanması durumunda artım yüzdesi eğrisi, tek ağacınkinin aksine ani bir yükseliş gösterir ve sonra tekrar azalmaya başlar.

### **3. Eşit Yaşlı Karışık Meşcereler**

Geçmişteki hasılat araştırmalarının büyük bir çoğunlukla eşit yaşlı saf meşcereler üzerinde yoğunlaşması, diğer meşcere tiplerine ilişkin hasılat ilişkilerinin derinlemesine incelenmesini engellemiştir.

Eşit yaşlı saf meşcerelerin sakıncalarını zamanla ortaya çıkması, dikkatleri doğada bulunan diğer meşcere tiplerine çevirmiştir. Eşit yaşlı karışık meşcereler söz konusu meşcere tiplerinden biridir.

Farklı ışık isteğindeki türlerin karışıma sokulması meşcerede asimilasyon yapan yüzeyi yükseltmektedir. Böyle bir karışımda, doğal olarak, ışık ağaçlarının üst tabakada, gölge ve yarı gölge ağaçlarının alt tabakalarda yer alması gerekir.

Karışıklığa sokulacak türlerin büyüme tempoları önem taşımaktadır. Türlerin doğal büyüme tempoları yaş, meşcere kuruluş şekli, meşcere karışıklık şekli ve uygulanan aralama kesimlerine göre değişikliklere uğrayabilmektedir.

Meşcereye katılacak türlerin farklı kök yapılarına sahip olmaları toprağın çeşitli derinliklerinden yararlanılmasını mümkün kılacaktır. Meşe ve kızılbaş gibi, sert toprak tabakalarını delebilen köklere sahip türlerin karışıma katılması köklerin daha derin toprak tabakalarına ulaşmasına ve buradaki besin maddelerini alarak yaprak artıkları aracılığı ile diğer türlerin yararına sunulmasına imkan vermektedir. Köklerin daha derinlere yayılması toprak suyu ile toprak florasının daha derinlere nüfuz edebilmesini sağlamakta, bu ise topraktaki faaliyeti olumlu yönden etkilediğinden verimin yükselmesine yol açabilmektedir.

Karışıma katılan türlerin arasında yaprakları kolaylıkla ayrışanların bulunması topraktan alınan besin maddelerinin toprağa nispeten kısa zamanda iade edilmesini sağladığından toprağın yorulmasını engellemektedir. Karışımda yapraklarını döken türlerin bulunup bulunmaması toprağa ulaşan yağış miktarı ile toprak sıcaklığını buna bağlı olarak topraktaki biyotik faaliyeti etkilemektedir.



Diğer yandan, meşceredeki ağaç türlerinin karşılıklı şekli, karışma oranları, meşcere yapıları karışık meşcerelerin verimleri üzerinde etkilidir. Bunların hangi kombinasyonlarının en yüksek hasılayı sağladığı henüz kolaylıkla cevaplandırılmaktan çok uzaktır. Karışık meşcerelerin silvikültürleri saf meşcerelere nazaran daha karışıktır. İstenile karışım şekli ve oranının devam ettirilebilmesi dikkatli ve bilgili müdahaleleri gerektirmektedir. Örneğin, yağışın nispeten düşük olduğu yörelerde, derin ve sığ köklülerin karıştırılması sığ köklülerin kuraklıktan ölecek meşcereleri terk etmelerine yol açmaktadır.

Karışık meşcereler uygulanacak işlemlerde pazar şartları da etkili olmaktadır. Örneğin, meşe-kayın karışık meşceresinde değer ağacı meşe olduğundan müdahaleler meşeyi korumak ve şeklinde olmakta, buna karşın birim sahadan elde edilen meşe miktarı, saf meşe meşcerelerinin oldukça altında kalabilmektedir. Değer bakımından büyük farklar göstermeyen ladin ve çam karışık meşcerelerinde ise verim karışık meşcereler lehine görünmektedir.

Karışma katılan türlerin büyüme başarılarının nasıl karşılaştırılacağı karışık meşcerelerin diğer bir sorunudur. Türlerin hacimlerinin karşılaştırılması, özgül ağırlıklarındaki farklılıklar yüzünden tatmin edici olmamaktadır. Özgül ağırlığı düşük olan 1 m<sup>3</sup> kavak odununun, özgül ağırlığı yüksek 1 m<sup>3</sup> göknar odunu ile bir tutulması isabetli bulunmamaktadır. Karışık meşcerede, alt tabakadaki gölge ağaçlarının fiziki yaşları yüksek olmasına karşın kendileri henüz gençlik çağında olabilmektedirler. Böyle bireyler baskıdan kurtulunca oldukça hızlı gelişme gösterebilmektedirler.

Bugüne kadar kesin olan durum şudur ki, karışık meşcereler yangın ve böcek tasallutu gibi tehlikeler saf meşcerelerden daha dayanıklıdır. Saf ibreli meşcerelerinde zamanla toprağın asitleşmesi olayı, yapraklıların karışma girdiği meşcerelerinde ortaya çıkmamaktadır.

Bunlara karşı, karışık meşcerelerin saf meşcerelerden daha büyük verim sağladığı doyurucu olarak ortaya konmamıştır. Aksine, birçok durumda karışık meşcerelerden daha düşük hacim elde edilmiştir. Bu konuda pek çok etkenin rol oynaması, sorunun daha ayrıntılı olarak incelenmesini gerektirmektedir.

#### **4. Değişik Yaşlı Meşcereler**

Değişik yaşlı meşcereler ikiden fazla gençleştirme periyodu içinde oluşmuş kuruluşlardır. Bunların en tipik olanı seçme ormanıdır.

##### **4.1. Seçme Ormanı**

Değişik yaşlı meşcerelerin özel bir formu olan seçme ormanı, maktalı bir seriye benzemektedir. Ancak maktalı seride çeşitli yaş sınıfları ayrı miktarlarda yer alırken, seçme ormanında çeşitli yaştaki bireyler, yatay ve düşey tabakalarda, bir arada yan yana bulunabilmektedirler.

Seçme ormanında ağaçların çeşitli yaşlarda olabilmesi, ağaçların çaplarına göre ayırımına neden olmuştur. Böyle ormanlarda, ağaçların çap kademelerine dağılımı, eşit yaşlı meşcerelerdeki çap-ağaç sayısı ilişkisine benzer bir eğri vermektedir. Optimal kuruluşa ulaşmış seçme ormanlarında eğrinin şekli düzgündür. Ayrıca, optimal kuruluşa sahip seçme ormanlarında bitişik çap kademelerindeki ağaç sayıları arasındaki oran (q) sabittir. Bu durum, çeşitli çap kademelerinde bulunması gereken ağaç sayısını hesaplama imkanı vermektedir. Örneğin, en kalın çap kademesindeki ağacı (a) kadar alacaksa bir alt kademedeki ağaç sayısı

(aq) kadar bir sonrasında (aq<sup>2</sup>) kadar, nihayet (k)'nci kademede ağaç sayısı (aq<sup>k-1</sup>) kadar olmalıdır.

$$aq^{n-1} \quad aq^{n-2} \quad \dots \quad aq^3 \quad aq^2 \quad aq \quad a$$

n sayıdaki kademe varsa, bu kademelerdeki ağaçların toplamı meşceredeki toplam ağaç sayısını verecektir. Kademelerde ağaç sayıları, ortak çarpanı (q) olan bir geometrik dizi oluşturmaktadır. Bu geometrik dizinin toplamı

$$N = a \times \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

dir. H. A. Meyer optimal kuruluştaki seçme ormanında çap- ağaç sayısı ilişkisini temsil eden eğri için  $N = k \times e^{-ad}$  ifadesini vermiştir. Bu ifadeye N= d çap kademesindeki ağaç sayısı, k ve a birer katsayı, e= doğal logaritma bazıdır. Bu ifadenin logaritması alınacak olursa, çapın logaritmasına göre azalan bir doğru elde edilecektir. Denklemden (a) katsayısı doğrunun eğimidir, (k) ve (a) katsayıları birbirleri ile bağıntılıdır. Biri azalırsa diğeri de azalmaktadır.

Seçme ormanında en kalın çap kademesindeki ağaçlar her zaman en yaşlı ağaçlar değildir. Bununla birlikte meşceredeki kesim çapının yükseltilmesi ve kesim çapındaki ağaçların yaşının yükselmesine neden olmaktadır. Öte yandan kesim çapının yükseltilmesi çap-ağaç sayısı doğrusunun daha yatık hale gelmesine yol açmakta, dolayısıyla ağaç sayısında değişmeye neden olmaktadır. Bu yüzden, seçme ormanı için dahi yaş tamamen unutulması gereken bir öge değildir. Seçme ormanında idare müddetinin (kalın çap kademesi yaş ortalaması) uzatılması kalın çap kademesindeki ağaçların oranını yükseltmekte, bu durum ise çap- boy eğrisinin kalın çaplar için yukarı kalkmasına yol açmaktadır. Buna göre seçme ormanında çap-boy eğrisinin sabit kaldığı varsayımı çap kademelerinin sabit tutulması durumunda geçerlidir.

Kalın çap kademelerinde çap-boy ilişkisinin idare müddetinin uzatılması durumunda yukarı kayması, seçme ormanında bonitet tayini bakımından da önem taşımaktadır.

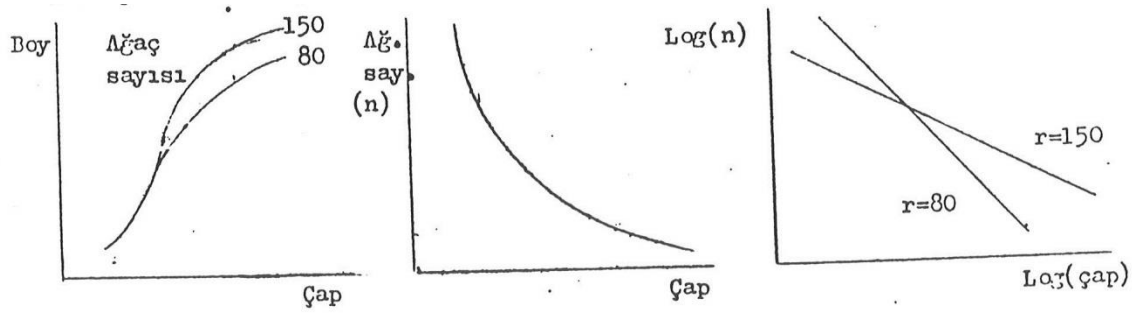
Seçme ormanının bonitetinin Flury yöntemine göre tayininde 38-50 ve 52-70 cm çap sınıflarının ortaboylarından yararlanılmaktadır. Örneğin, 38-50 çap sınıfının ortaboyu İsviçre şartlarında göknar için I. bonitette 36 m, III. bonitette 28 m, V. bonitette 20 m bulunmuştur. 52-70 çap sınıfının ortaboyu ise aynı bonitetler için, sırasıyla, 40 m, 32 m ve 24 m hesaplanmıştır. Kalın çap kademelerinin çap kademelerinin oranlarını arttırması çap-boy eğrisini yukarı kaydıracağına göre, seçme ormanlarının karşılaştırılmasında çap yapıları hakkında da bilgi verilmelidir.

Çap kademelerinde ağaç sayısının belirlemeye ortak çarpan (q) bonitetlere göre değişmekte, iyi bonitetlerde daha küçük değer almaktadır (örneğin, iyi bonitette q=1.3, düşük bonitette 1.5).

Seçme ormanında, çeşitli zamanlarda orman katılmış olmaları nedeniyle ağaçlar çeşitli tabakalarda yer almaktadır. Ancak, en üst tabakadaki ağaçlar her zaman en yaşlı ağaçlar olmadığı gibi, alt tabakadaki ağaçlar her zaman daha genç ağaçlar değildirler. Seçme ormanında fiziki yaştan çok doğal gelişme çağlarından söz edilebilir. En üst tabakadaki ağaçlar, fiziki yaşlarına karşı tam büyümesini gerçekleştirmiş artımı azalmaya başlamış olgun ağaçlardır. Orta tabakadaki ağaçlar ise henüz orta yaşlılık devresinde artımları yüksek veya hızlanmaya aday bireylerdir. Seçme ormanlarında toplam tepe miktarı saf eşit yaşlı

meşcerelerde çok daha yüksektir. Buna karşın hacim artımı beklenin aksine, eşit yaşlı saf meşcerelerin altında kalmaktadır. Bu olgu seçme ormanında ince çaplı bireylerin artım etkinliklerinin (= artım/ tepe büyüklüğü) eşit yaşlı meşcerelere nazaran düşük olmasının bir sonucudur. Seçme ormanında ince çaplıların diğerlerinin baskısı altında kalmaları onların etkinliklerini azaltmaktadır. Seçme ormanındaki değer artımının eşit yaşlı saf meşcerelerden üstün olmadığını gösteren sonuçlar elde edilmiştir. Bununla birlikte, seçme ormanının çeşitli tehlikelere daha dayanıklı olduğu bilinmektedir. Ayrıca, yetiştirme ortamının izin verdiği yerlerde, kalın çap kademelerinin oranının yükseltilmesi seçme ormanının verimliliğini arttırmaktadır.

Seçme ormanının amenajmanı eşit yaşlı saf meşcerelere göre daha karışık ve daha fazla dikkat istemektedir. Yanlış müdahalelerle bozulan seçme ormanına tekrar optimal kuruluş kazandırılması 50-60 yıl gibi uzun zaman alabilmektedir.



## BÖLÜM VIII

### Normal Hasılat Tablolarının Düzenlenmesi

#### 1. Genel Bilgiler

Hasılat tabloları, farklı verim gücü sınıfındaki meşcerelerin hektardaki ağaç sayısını, göğüs yüzeyini, hacmini, hacim artımını, meşcere boyu ve orta çapını, ara ve genel meşcere için yaş kademelerine göre veren tablolarıdır. Buna göre, hasılat tabloları meşcerenin yalnız hacmini değil, artımlarını da göstermektedir.

Hasılat tabloları düşüncesi 1720 yıllarında Orta Avrupa ülkelerinde ortaya atılmış, bugünkü anlamda ilk hasılat tablosu 1787 yılında Paulsen tarafından hazırlanmıştır. Bu tarihten sonra çok sayıda hasılat tabloları yayınlanmıştır. Bu ilk tablolar geçici deneme alanlarından toplanan veriler yardımıyla düzenlenmiştir. Ancak, gene bu tarihlerde devamlı denem alanları alınmaya başlanmış, bu alanlardan elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi Alman ormancılığına itibar kazandırmıştır.

Hasılat tabloları düşüncesi, Fransa ve Almanya ile birlikte, teknik ormancılığı benimsemiş Danimarka, Norveç, İsveç ve Finlandiya gibi ülkelerde de bir çok hasılat çalışmalarına neden olmuştur. 1840'lardan sonra Rusya'da da hasılat tablolarının yayınlandığı görülmüştür.

1920'lerden sonra, Amerika Birleşik Devletlerinde de hasılat tabloları düzenlenmeye başlandığı görülmüştür. ABD'deki çalışmalarda, grafik yaklaşımı tercih eden Avrupa ormancılığından farklı olarak, verilerin değerlendirilmesinde daha çok matematik yaklaşım kullanılmıştır.

Türkiye'de hasılat araştırmaları ile ilgili ilk çalışma 1943 yılında fıstık çamlarının meyve ve odun verimi ile ilgili olarak F. Fırat tarafından yayınlanmıştır. Bunu 1954 yılında İ. Eraslan, Demirköy meşe ormanlarında bonitet araştırmaları, gene aynı yılda A. Kalıpsız tarafından doğu kayınında artım ve büyüme araştırmaları adlı yayınlar izlemiştir. 1962 yılında Ş. Alemdağ kızılçam meşcereleri için, 1963 yılında A. Kalıpsız karaçam meşcereleri için, aynı yıl B. S. Evcimen sedir meşcereleri için, 1967 yılında Ş. Alemdağ sarıçam meşcereleri için hasılat tabloları düzenlemişlerdir. Sözü edilen bu hasılat tablolarının düzenlenmesinde doğal olarak gelmiş ve müdahale görmemiş meşcerelerden alınan geçici deneme alanlarından yararlanılmıştır. 1971 yılında F. Batu, Alemdağ'ın hazırladığı sarıçam hasılat tablosunda düzenlemeler yaparak yeniden yayınlamıştır. 1975 yılında T. Akalp tarafından hazırlanan doğu ladini hasılat tablosu 1978 yılında ormancılık literatürüne katılmıştır.

Hasılat tabloları kapsam itibariyle üçe ayrılmaktadırlar. Yerel hasılat tabloları, genel hasılat tabloları ve dünya hasılat tabloları.

Yerel hasılat tabloları nispeten dar bir orman bölgesi için hazırlanmışlardır. Bu bölge dışında kullanılmaları hatalara yol açmaktadır. Genel hasılat tabloları, söz konusu ağaç türünün ülkedeki yayılış alanlarında kullanılmaktadır. Bir ağaç türünün bütün dünyadaki yayılış bölgesinde kullanılmak üzere hazırlanan hasılat tablolarına dünya hasılat tabloları denilmektedir. Ülkeler arasındaki iklim ve toprak koşullarındaki büyük farklılıklar, verim gücü sınıflarının ayırımında da farklılıklara yol açmaktadır. Örneğin, kuzey ülkelerinde birinci sınıf kabul edilen bir meşcere, daha güneyde daha alt verim gücü sınıfına girebilmektedir. Bu

sorun, verim gücü sınıflarının sayısını yükseltmek suretiyle giderilmeye çalışılmıştır. Bölüm III'de de değinildiği gibi, hasılat tablosunun bir meşcereye uygunluk derecesi, tablonun hazırlanmasında yararlanılan yaş-boy ilişkisine ne derece uyduğu ile doğrudan ilişkilidir. İki ilişki ne kadar farklı ise, sonuçların güvenilirliği o kadar azalacaktır. Bu nedenle, yerel hasılat tabloları kendi bölgeleri içinde daha sağlıklı sonuçlar verecektir.

Son zamanlara kadar, hasılat tabloları daha çok eşit yaşlı ve saf meşcereler için düzenlenmiştir. Günümüzde ise karışık ve değişik yaşlı meşcereler için hasılat tabloları yayınlandığı görülmektedir. Özellikle Flury ve Mitscherlich tarafından değişik yaşlı meşcerelerde verim gücünü sınıf tayini yöntemlerinin geliştirilmesi, bu konudaki önemli bir sorunu çözmüş ve çalışmaların hızlanmasına yol açmıştır.

## **2. Hasılat Tablolarının Düzenlenmesinde Verilerin Elde Edilmesi ve Tabloların Düzenlenme Yöntemleri**

### **2.1. Deneme Alanlarının Seçimi ve Veriler**

Hasılat tablolarının düzenlenmesinde gerekli veriler deneme alanlarından elde edilmektedir. Deneme alanları meşcerede seçilmiş küçük meşcere parçalarıdır. Deneme alanlarının şekli ve büyüklükleri çeşitli olabilmektedir. Bunlardan, çevre uzunluğuna göre en büyük alana sahip geometrik şekil olan daire daha çok tercih edilmektedir. Zira, kenara isabet eden ağaçların ne gibi işleme tabi tutulacağı tereddütlere yol açmakta, bu nedenle belirli bir büyüklük için en küçük kenara sahip şekil tercih edilmektedir.

Deneme alanının büyüklüğünün ne olacağı konusundaki esas ölçüt, deneme alanının meşcerenin genel özelliklerini yansıtacak büyüklükte olmasıdır. Buna göre deneme alanlarının büyüklükleri 0.1 ha'dan 0.4 ha'a kadar değişmektedir. Deneme alanı ile ilgili diğer bir husus, genç ve yaşlı meşcerelerden alınacak deneme alanlarının eşit sayıda ağaç içermesidir. Bu durumda, genç meşcerelerden alınacak deneme alanları, yaşlı meşcerelere nazaran daha küçük olmaktadır.

Değişik yaşlı meşcerelerden alınan deneme alanları, eşit yaşlı meşcereler nazaran daha büyüktür.

Deneme alanları, ölçmelerin tekrarlanma sayılarına göre üç grupta toplanmaktadır.

- Geçici deneme alanları; bu deneme alanlarında ölçmeler yalnız bir kere yapılmaktadırlar.
- Yarı devamlı deneme alanları; ölçmeler birkaç periyot boyunca yapılmaktadır.
- Devamlı deneme alanları; ölçmeler meşcere kesim yaşına gelinceye kadar tekrarlanmaktadır.

Geçici ve yarı devamlı deneme alanlarının çeşitli yaş kademeleri ve verim gücü sınıflarına dağıtılması gerekmektedir. Devamlı deneme alanları ise değişik verim gücündeki genç meşcerelerden seçilmektedir. Deneme alanlarının belirli bir silvikültürel işlemi temsil etmeleri gerekir. Örneğin, doğal yollarla gelmiş meşcereler ile dikim yolu ile yetiştirilmiş meşcereler bir arada değerlendirilemezler. Benzer şekilde, şiddetli aralama uygulanan meşcerelerdeki hasılat ilişkileri müdahale görmemiş veya çok zayıf müdahale görmüş meşcerelerdeki ilişkilerden farklıdır. Deneme alanlarının sağlıklı meşcerelerden seçilmesi zorunludur.

Seçilen deneme alanlarının sınırları belirlendikten sonra, deneme alanı içinde kalan ağaçların 4 cm veya daha kalın çaplı sağlıklı ağaçların tümünün göğüs çapları ölçülür. Ayrıca, bir kısım ağaçların boyları ve tam galip ağaçların boyları ile bazı ağaçlardaki çap artımları, kabuk kalınlıkları tespit edilir. Meşcere yaşı, birkaç ağaç üzerinde yapılacak ölçmelerle belirlenir. Yetiştirme ortamı ile ilgili bilgilerde bu arada toplanır. Ölçmelerin değerlendirilmesi büroda yapılır.

## **2.2. Hasılat Tablolarını Düzenleme Yöntemleri**

Deneme alanlarından elde edilen verilerin daha homojen gruplara, yani verim gücü sınıflarına ayırımı çeşitli yöntemlerle yapılabilmektedir. Günümüzde eşit yaşlı meşcereler için verim gücü sınıflarının ayırımında hakim olan varsayım, aynı yaşta aynı boya sahip meşcerelerin genel verimlerinin eşit olacağı şeklindedir. Buna göre, meşcereler yaş-boy ilişkilerine bağlı olarak verim gücü sınıflarına dağıtılmakta ve ağaç sayısı, hacim, göğüs yüzeyi vb. diğer meşcere özellikleri bundan sonra bonitetlere ve yaş kademelerine göre ortaya konmaktadır.

Değişik yaşlı meşcerelerde ise, belirli çap sınıfına ait boyları eşit olan meşcereler aynı verim gücü sınıfına sokulmaktadır.

Deneme alanlarından toplanan verilerin verim gücü sınıflarına dağıtımları ölçmelerin geçici veya devamlı deneme alanlarından elde edilmesine göre fark etmektedir.

### **2.2.1. Geçici Deneme Alanlarıyla Yapılan Ölçmelerle Hasılat Tablolarının Düzenlenmesi**

Silvikültürel işlem bakımından aynı kabul edilen değişik yaş kademeleri ve verim gücündeki meşcerelerden seçilen deneme alanlarında bir kez yapılan ölçmelerle derlenen veriler başlıca dört yöntemle verim gücü sınıflarına ayrılmaktadır. Bu yöntemler anamorfik, polimorfik, şerit ve müş'ir meşcere yöntemidir.

#### **2.2.1.1.Şerit Yöntemi**

Şerit yöntemi nispeten eski bir yöntem olup, uygulandığındaki kolaylık nedeniyle geçmişte sık sık kullanılmıştır. Bu yöntemde, elde edilen yaş-boy değerleri grafik eksenine taşınmakta, ortaya çıkan noktalar dağılımının en üstteki ve en alttaki noktaları esas alınarak dağılımın bütün yaşlardaki alt ve üst sınırları çizilmektedir. Bu iki sınır arasında kalan aralık, oluşturulmak istenen verim gücü sınıfı sayısı kadar şeritlere bölünerek verim gücü şeritleri elde edilmektedir. Verim gücü şeritlerinin ortasından geçirilen eğriler verim gücü sınıflarındaki yaş-boy ilişkilerini temsil etmektedir. Ölçülen bir meşcere yaş-boy durumuna göre hangi şerit içinde kalıyorsa o verim gücü sınıfına girmektedir.

Şerit yönteminin, verim gücü sınıflarını ekstrem değerlere göre belirlemesi sakıncalıdır. Zira, ekstrem değerler her zaman karşılaşılan büyüklükler değildirler. Şerit yönteminin diğer eksikliği, geçici deneme alanlarının dayandığı varsayımdan kaynaklanmaktadır. Geçici deneme alanları yaklaşımı, belirli bir yaşta aynı boya sahip meşcerelerin aynı verim gücünde olduğunu kabul etmektedir. Bu husus kuşkuludur. Zira, bugün bazı özellikleri aynı olan meşcerelerin geçmişte veya gelecekte de bu benzerliklerini koruyacağı ileri sürülemez. Meşcereler bugünkü yapılarına farklı durumlardan ulaşmış olabileceklerinden gelecekteki durumları da fark gösterebilecektir. Özellikle, geçici deneme alanlarının geçmişte de benzer silvikültürel işlemlere maruz kaldığı her zaman tartışmalıdır. Bu nedenle, şeritlerin

geçirilmesinde, ekstrem değer oluşturulmasında, ölçmelerin tümünün dikkate alınması önem kazanmış ve anamorfik yöntem geliştirilmiştir. Hatırlanacağı gibi bu yöntemde kılavuz eğri, noktalar dağılımını ortalayacak şekilde geçirilmekte ve diğer bonitet eğrileri buna göre belirlenmekteydi.

#### **2.2.1.2.Müş'ir Meşcere Yöntemi**

Müş'ir meşcere yönteminin çıkış noktası, meşcereleri temsil eden ağaçların aynı yaştaki boyları birbirine eşitse bu meşcereler aynı gelişim serisine dahildir varsayımıdır. Böylece belirli bir verim gücündeki yaşlı bir meşcereden seçilecek temsilci ağacın, örneğin tam galip ağacın, üzerinde yapılan gövde analizi ile çeşitli yaşlardaki boylar elde edilmektedir. Daha genç fakat belirli yaştaki meşcerelerden aynı esasa göre belirlenen temsilci ağacın boyu ile gövde analizi yapılan ağacın o yaştaki boyu eşitse bu iki meşcere aynı verim gücünde kabul edilmektedir. Genç meşcere yaşlı meşcerenin geçmişteki temsilcisi olmaktadır. Bu şekilde aynı verim gücüne dahil edilen meşcereler yardımı ile çeşitli yaşlardaki meşcere özellikleri tayin edilmektedir.

Müş'ir meşcere yönteminin en büyük sakıncası, bugün meşcereyi temsil durumunda olan ağacın bu niteliğini meşcerenin ömrü boyunca koruyacağını kabul etmesidir. Meşcere dinamiği göz önünde tutulunca, meşcereyi ömür boyu temsil eden bir ağacın bulunmasının söz konusu olamayacağı görülecektir.

Müş'ir meşcere yönteminin sözü edilen sakıncasını en aza indirmek amacıyla meşcerelerde eşit göğüsyüzeyi içeren ağaç sınıfları oluşturulmuş ve her sınıftan örnek bir ağaç alınarak gövde analizleri yapıma yoluna gidilmiştir.

#### **2.2.1.3.Deneme Alanları Normalitelerinin Denetimi**

Hasılat tablosu düzenlenirken deneme alanlarının aynı bakım işlemlerine tabi tutulmuş olması gereğine yukarıda değinilmişti. Bu nedenle belirli bir bakım işlemine göre "normal" sıklıkta olmayan deneme alanları belirlenerek hesap işlemlerine dahil edilmemeleri gerekmektedir. Normal sıklıktan farklı meşcerelerin tespitinde BÖLÜM II'de 2.3 başlığı altında açıklanan meşcere ağaç sayısı ile meşcere orta çapı arasındaki ilişkiden yararlanılmaktadır.

Bilindiği gibi, hektardaki ağaç sayısının logaritması ile meşcere orta çapının logaritması arasındaki ilişki azalan bir doğru ile temsil edilebilmektedir. Grafik veya matematik yöntemle söz konusu doğru tayin edildikten sonra, bu doğrunun %95'lik güven şeridi çizilmektedir. Güven şeridinin dışında kalan meşcereler normal sıklıkta değildirler. Bu gibi meşcereler hesap dışı bırakılarak, hasılat değerleri güven şeridi içinde kalan meşcereler yardımıyla ortaya konur.

#### **2.2.1.4.Asli Meşcere Değerlerinin Bulunması**

Deneme alanlarının hangi verim gücü sınıfına dahil oldukları tespit edildikten sonra, belirli bir verim gücü sınıfındaki meşcerelerin çeşitli yaş kademelerindeki çeşitli özellikleri hesaplanmaktadır. Örneğin, ikinci bonitetteki deneme alanlarının hektara indirgenmiş ağaç sayıları yaşa göre grafik eksenine taşınmak ve aralarından genel kurallara uygun bir eğri geçirmek suretiyle hektardaki ağaç sayısının değişimi belirlenmiş olacaktır. Benzer işlemler, diğer özellikler içinde yapılacak, çeşitli bonitet ve yaşlar için asli meşcere değerleri ortaya

konmuş olacaktır. Bu konuda başka bir yöntem standart birimlerden yararlanmaktır (Bkz. Karaçam hasılat tablosu).

### 2.2.1.5. Ara Meşcere Değerlerinin Bulunması

Geçici deneme alanlarının kullanılması durumunda, geçmiş yıllara ait ara meşcere değerlerinin tayini belirsizlik arz etmektedir.

Ağaç sayısının yaşa bağlı olarak azalması, yaş kademesi arasında meşcereden çıkan ağaç sayısını bulmada kullanılmaktadır. Ancak, çıkan ağaçların göğüs yüzeyi ve hacimlerinin bulunması aynı kolaylıkla yapılamamaktadır.

Periyot içinde meşcereden uzaklaşan hacim tayininde izlenen bir yaklaşım asli meşcere orta ağacı ile ara meşcere orta ağacı arasındaki ilişkiyi kullanarak yapılmaktadır. Bu iki orta hacim arasındaki ilişki biliniyor, çıkan ağaç sayısı ile bu oran ve asli meşcere orta ağacının hacmi çarpılarak ara meşcere hacmi hesaplanabilmektedir. Alman ormancı Magin asli meşcere orta ağacının hacmini, (k) ile gösterdiği ve 1'den küçük olan bir sayı ile çarparak ara meşcere orta ağacının hacmini bulmaktadır. Magin bu katsayıyı daha önce hazırlanmış hasılat tabloları yardımıyla elde etmekte ve katsayının 0.5 olduğunu kabul etmektedir. İngiltere'de Hummel zayıf aralama için k çarpanını 0.4, orta aralama için 0.5, kuvvetli aralama için 0.6 almıştır. F. Batu k çarpanını farklı bir yaklaşımla hesaplamış K ile gösterdiği katsayısı ara meşcere orta ağacının hacminin asli meşcere orta ağacının hacmine bölerek bulmuştur. Asli meşcere orta ağacı hacmi olarak periyot sonundaki asli meşcere orta ağacı hacmini almıştır. K oranının yaşa göre değişimi elde edildikten sonra çeşitli yaşlardaki ara meşcere hacimleri hesaplanabilmektedir. Örneğin F. Batu'nun yaptığı düzenlemeden sonra K çarpanı yaşa göre azalan bir eğri vermektedir. Bu eğrinin değişimi ağaç türüne ve bakım kesimi şiddetine göre farklı olmaktadır. Örneğin, Türkiye sarıçamları için iyi bonitetlerde K değeri daha küçüktür, yaş ilerledikçe azalma göstermektedir. Wiedemann'ın hazırladığı sarıçam hasılat tablosunda ise K çarpanı yaş ilerledikçe yükselme göstermektedir. Ancak, Türkiye sarıçam hasılat tablosunun doğal yetişmiş ve müdahale görmemiş meşcereler olmasına karşın, Almanya'daki sarıçam meşcerelerinin düzenli olarak bakım kesimlerine tabi tutulduğu, bu nedenle ara meşcere orta ağacı ile asli meşcere orta ağaçlarının hacimlerinin birbirine yaklaştığı unutulmamalıdır. K, çarpanı Türkiye sedir ormanları içinde ilk önce nispeten hızlı sonra yavaş olarak yükselen değerler almaktadır ( birinci bonitet için 30 yaşında 0.11, 220 yaşında 0.41 gibi).

### 2.2.1.6. Hacim Artımı ve Yüzdesinin Hesabı

Ağaç sayısı, göğüs yüzeyi, hacim vb. özellikler yukarıda açıklanan yaklaşımlarla asli ve ara meşcere için bulunduktan sonra, meşcere cari artımı ( $I_v$ ), asli meşcere periyot sonu hacmi ( $V_s$ ), asli meşcere periyot başı hacmi ( $V_b$ ), ara meşcere hacmi ( $V_a$ ) ve periyot yıl sayısı ( $t$ ) yardımıyla  $(I_v) = (V_s - V_b + V_a)/t$  eşitliğinden hesaplanır. Gerçek bu artım periyodik ortalama artımdır. Ancak, ormancılık literatüründe periyodik cari artım olarak kabul edilmiştir.

Meşcere hacim artım yüzdesi ise cari hacim artımının periyot başı hacmine oranlanması ile elde edilmektedir.  $P_v = I_v/V_b$ .

Genel meşcere hacmi, asli ve ara meşcere hacimleri toplanarak, genel ortalama hacim artımı, genel meşcere hacminin meşcere yaşına bölünmesi ile hesaplanmaktadır



### **2.2.2. Devamlı Deneme Alanları Yardımıyla Hasılat Tablolarının Düzenlenmesi**

Devamlı deneme alanları birkaç periyot ölçmeye tabi tutulanlar ve kesim yaşına kadar ölçmeye tabi tutulanlar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Birkaç kez ölçmeye tabi tutulanlara yarı devamlı deneme alanları denmektedir.

Yarı devamlı deneme alanları farklı verim gücünde ve yaşlarda meşcerelere dağıtmakta ve birkaç periyot ölçme yapılarak elde edilen değerler grafik eksenine taşınmaktadır. Söz konusu değerler noktalar yerine birbirlerinin izleyen küçük doğru parçaları elde edilmektedir. Aynı verim gücü sınıfına giren doğru parçaları birbirlerini tamamalar durumdadır. Ölçme periyotları boyunca çıkan meşcere hacmi tespit edilmiş olacağından ara meşcere için dolaylı hesaplara gerek kalmamaktadır. Bu yöntemde en belirgin sakınca, deneme alanlarının çeşitli verim gücü sınıfına dengeli şekilde dağıtılamama olasılığıdır. Ancak, deneme alanı sayısı çoğaltılarak bu durum ortadan kaldırılabilir.

Kesim yaşına kadar düzenli ölçmelere tabi tutulan devamlı deneme alanları genellikle genç meşcerelerden seçilmekte ve ölçmeler periyodik olarak tekrarlanmaktadır.

Meşcere gelişimi ve verimi hakkında en güvenilir bilgilerin ancak bu yöntemler elde edilebileceği kuramsal olarak doğrudur. Ne var ki , ölçmeler çok uzun bir müddet devam etmekte, bu zaman içinde, deneme alanları çeşitli tehlikelere açık olabilmektedir. Söz konusu müddet içinde araştırmayı yürüten kişilerin değişmesi, silvikültürel uygulamalarda farklılığa yol açabilmekte ve bu nedenle, devamlı deneme alanları her zaman tercih edilen bir yaklaşım olmamaktadır.

### **2.2.3. Hasılat Tablolarının Kullanılma Yerleri ve Kritiği**

Hasılat tablolarının bir meşcere tatbikinde en önemli hata kaynağı, daha önce değinildiği gibi, meşcere yaş-boy ilişkisinin tablonunkinden farklı olmasıdır. Bu farkın derecesi arttıkça tablonun uygulanmasıyla yapılacak hata da o derece yükselmektedir. Yaş-boy ilişkisindeki fark daha çok farklı silvikültürel işlemlerden ileri gelmektedir. Ayrıca, meşcere boyunun tahmin yöntemi tablonun düzenlenmesinde kullanılan yöntemden farklı olması durumunda da ortaya çıkabilmektedir. Örneğin, Üst boy en kalın çaplı ağaçların göğüsüzeyi orta ağacının boyu olarak tayin edilmişken, meşcerede biyolojik Üst boy olarak tayin edilmesi bir hata kaynağıdır.

Farklı yaş-boy ilişkisi demek olacağından, hasılat tablolarının hazırlandığı bölge dışında kullanılması önemli hataya yol açacaktır. Hasılat tablosundaki değerlerin ortalama değerler olduğu unutulmamalıdır. Gerçek meşcereler bu değerlerden belirli sınırlar içinde farklılık gösterebilecektir. Bu nedenle, hasılat tablosu bir meşcereden çok maktalı seri için daha güvenilir sonuçlar verecektir.

## **3. Normal Hasılat Tablosunun Düzenlenmesi**

### **3.1. Örnek alanların Alınması**

Her yaş sınıfında olabildiğince eşit sayıda ve her yaş sınıfindan da her yetişme ortamı verim gücünden olacak şekilde eşit sayıda en az üç adet örnek alan alınmalıdır. Bu sayı da genellikle en az 100 adet olarak karşımıza çıkmaktadır.

### 3.2. Ön Değerlendirme Verilerinin Eldesi

- Yaş (t) : Meşcereyi temsil eden 5-6 ağaçta yaş ölçümü yapılarak aritmetik ortalaması alınır. Diğer meşcere öğeleri de dendrometri dersinden öğrenildiği şekilde hesaplanır. Bunların içinden üst boy ise Hart'a göre hesaplanır. Hart'a göre üst boy örnek alana düşen sayıda en boylu ağaçların boylarının aritmetik ortalamasıdır.
- $\bar{d}_q$ ,
- $\bar{h}_q$ ,
- Üst boy,
- N,
- G,
- V: Tek girişli veya çift girişli hacim denklemi yardımıyla bulunur.

### 3.3. Normalite Kontrolü

Normalite kontrolü Orta çap-ağaç sayısı ilişkisini esas alan Reineke (1933)'e göre bulunur.

$$N = b_0 \times \bar{d}_q^{b_1}$$

$$\text{Log}N = \text{log}b_0 + b_1 \times \text{log}\bar{d}_q$$

Güven sınırının geçirilmesi:

$$t = 1.96 \quad \%95 \quad (\alpha = 0.05)$$

$$\text{Log}\hat{N} - t \cdot S_{y.x} \leq \text{log}N \leq \text{Log}\hat{N} + t \cdot S_{y.x}$$

$$S_{y.x} = \sqrt{\frac{\sum(\text{log}N - \text{log}\hat{N})^2}{n-2}}$$

Orta çap-ağaç sayısı ilişkisinin eldesin de kullanılacak formüller:

$$\text{I. } \sum \text{log}N = n \times \text{log}a_0 + a_1 \sum \text{log}\bar{d}_q$$

$$\text{II. } \sum \text{log}N \times \text{log}\bar{d}_q = \text{log}a_0 \times \sum \text{log}\bar{d}_q + a_1 (\sum \text{log}\bar{d}_q)^2$$

### 3.4. Bonitleme

- Anamorfik yöntem
- Standart yaş (Öğrenciye özel verilecek)
- 3 bonitet sınıfı
- Kılavuz eğri (Kvadratık olmalı)

$$h_{üst} = b_0 + b_1 \times t + b_2 \times t^2$$

5 ya da 10'ar yıllık aralarla 10 yaşından ... yaşına kadar, minimum üst boy değerinden (standart yaşta) maksimum üst boy değerine kadar değişen aralıkta Bonitet Endeks Tablosu oluşturulacaktır.

Bonitet Sınıflarının alt, üst ve orta değerleri belirlenmelidir.

Her örnek alanın bonitet endeksi ile hangi bonitet sınıfında olacağı belirlenecektir.

### 3.5. Kalan Meşcere Öğelerinin Tahmin Edilmesi

Yaş ve yetiştirme ortamı verim gücünün fonksiyonu olarak belirlenir.

- Meşcere orta çapı
- Meşcere orta boyu
- Meşcere üst boyu
- Göğüs yüzeyi
- Hacim
- Ağaç Sayısı

Kalan meşcere öğeleri belirlenirken bazı yöntemler kullanılır.

#### 3.5.1. Grafik Yöntem

Her bonitet sınıfına giren örnek alanların yardımıyla her bonitet sınıfı için yukarıdaki öğelerin yaşa bağlı ilişkileri bulunur.

#### 3.5.2. Matematik Yöntem

$$\text{Meşcere Ağaç Sayısı} = b_0 + b_1 \times t + b_2 \times BE \quad (R^2, F, P \text{ verilecek.})$$

$$\text{Meşcere Göğüs Yüzeyi} = b_0 + b_1 \times t + b_2 \times BE$$

$$\text{Meşcere Orta Çapı(Orta Boyu)} = b_0 + b_1 \times t + b_2 \times BE$$

$$\text{Meşcere Hacmi} = b_0 + b_1 \times t + b_2 \times BE$$

Matematik Yöntem kullanılması halinde, her meşcere öğesi yaş ve bonitet endeksine göre modellenip en sonunda her bonitet sınıfının orta değeri için;

Örneğin ; 10-15 → 12.5

15-20 → 17.5

20-25 → 22.5m'ler için denklemlerde yerlerine koyulup tablolastırılacaktır.

Grafik yöntem kullanılması halinde;

Üst boy grafiğine gerek yoktur. Çünkü bonitetlerde yapılan kılavuz eğri her bonitet sınıfı için üst boy değerleri yaşa bağlı olarak elde edilebilir.

### 3.6. Ara Meşcere Elemanlarının Tahmini

Kalan meşcere ağaç sayıları arasındaki farklar elde edilir. Hangi türe ilişkin hasılat tablosu yapılıyor ise o türün ara meşceresine ait tek ağaç hacimleri yaş ve bonitete göre verilecektir.

### 3.7. Hasılat Tablosu Diğer Öğelerinin Tahmini

- **Yıllık Cari Artım Miktarı (m<sup>3</sup>):**

$$YCA = \frac{V_s - V_b + V_{Ayrılan}}{5}$$

- **Yıllık Cari Hacim Artımı Yüzdesi (%):**

$$B = \frac{YCA}{\frac{V_s + V_b}{2} + \frac{V_{ARA}}{2}} \times 100 = \frac{200 \cdot YCA}{V_s + V_b + V_{ARA}}$$

Artımın oluşturan değer, Periyot Ortası olarak alınmalıdır.

- **Genel Verim**

$V_{KALAN} + V_{ARAT}$  (Kalan Hacim + O yaşa ilişkin ayrılan Hacim Toplamı)

- **Ara Hasılat Yüzdesi**

Genel verim içinde o yaşa kadar, ne kadar ara hasılat olduğunu verir.

$$D = \frac{V_{ARATOPLAM}}{Genel Verim}$$

- **Kalan Meşcere Ortalama Artımı**

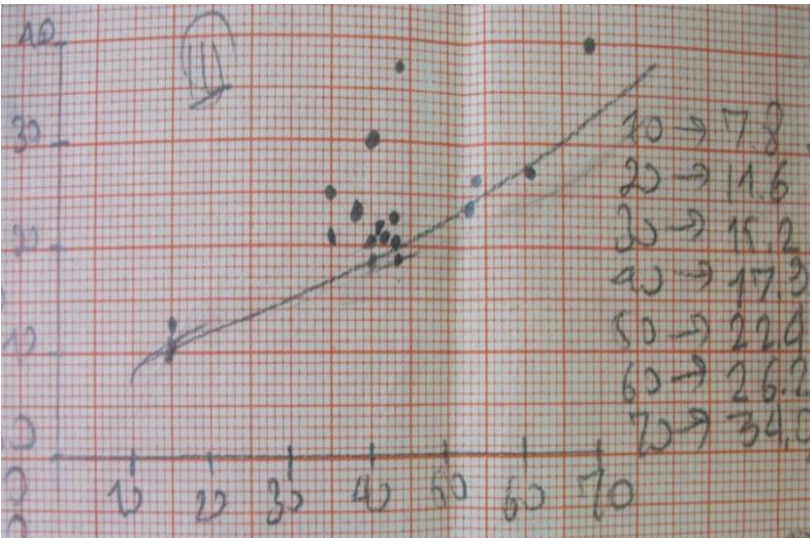
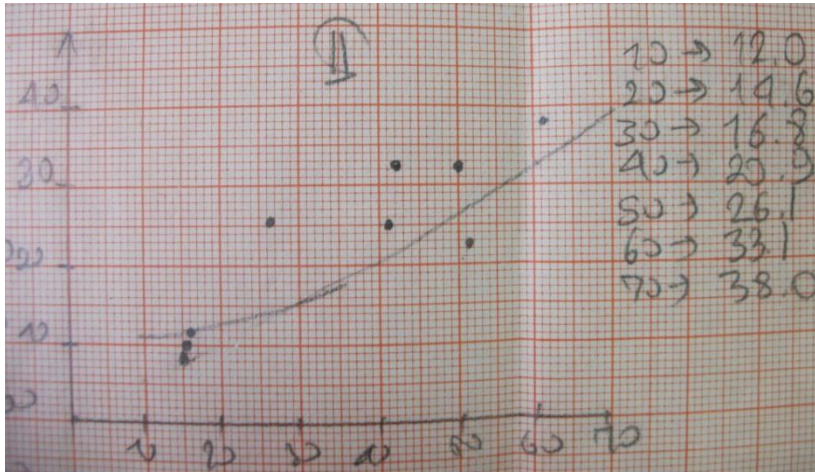
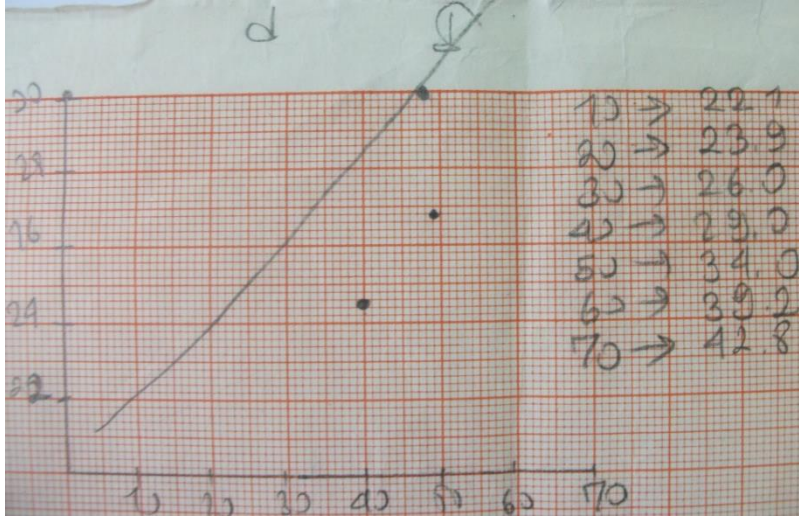
$$KMOA = \frac{V_{KALAN}}{Yaş}$$

- **Genel Meşcere Ortalama Artımı**

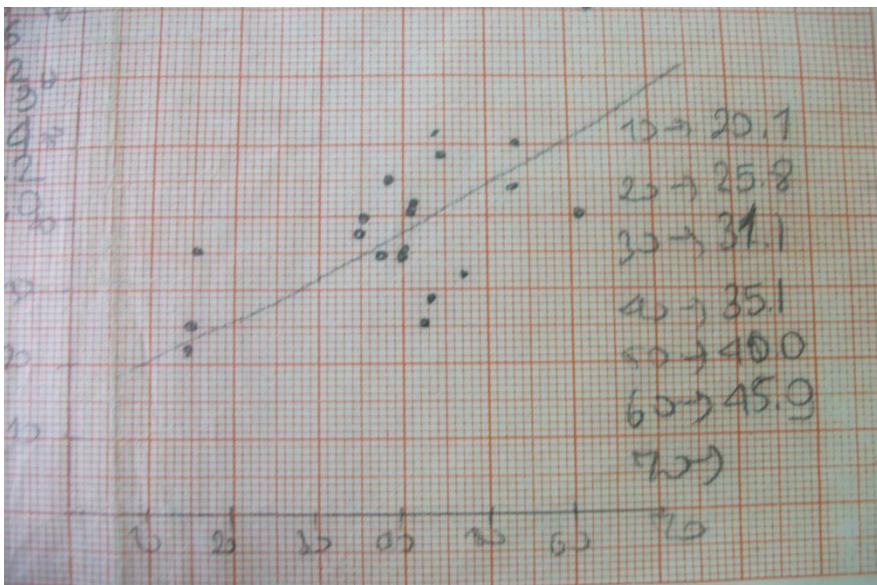
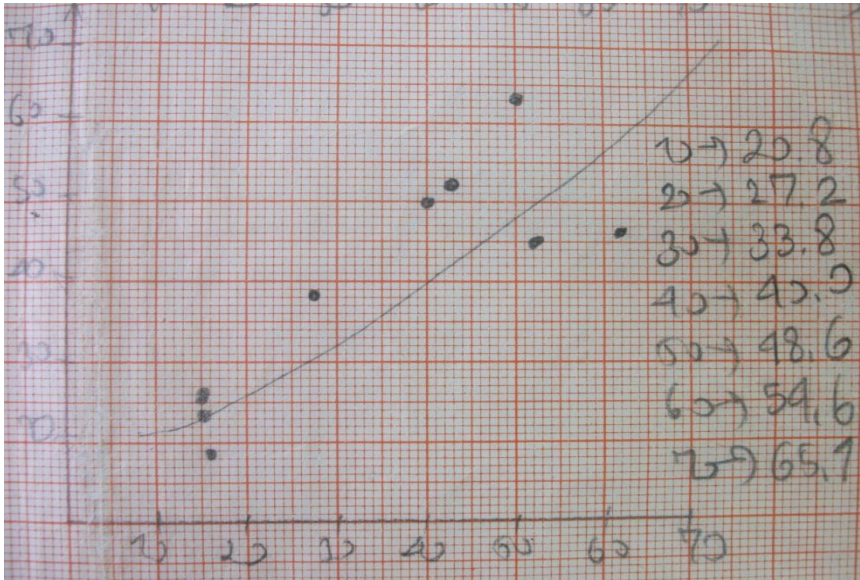
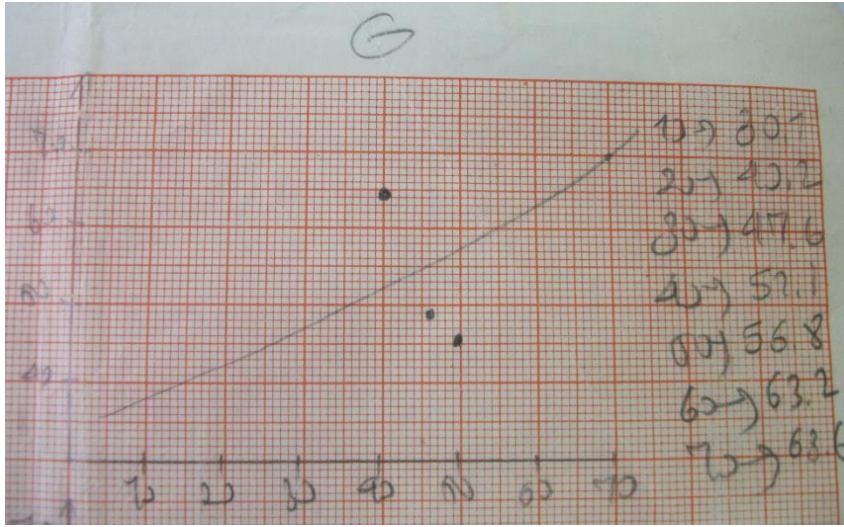
$$GOA = \frac{Genel Verim}{Yaş}$$

## GRAFİK YÖNTEM İLE ANA MEŞCERE ÖĞELERİNİN TAHMİNİ

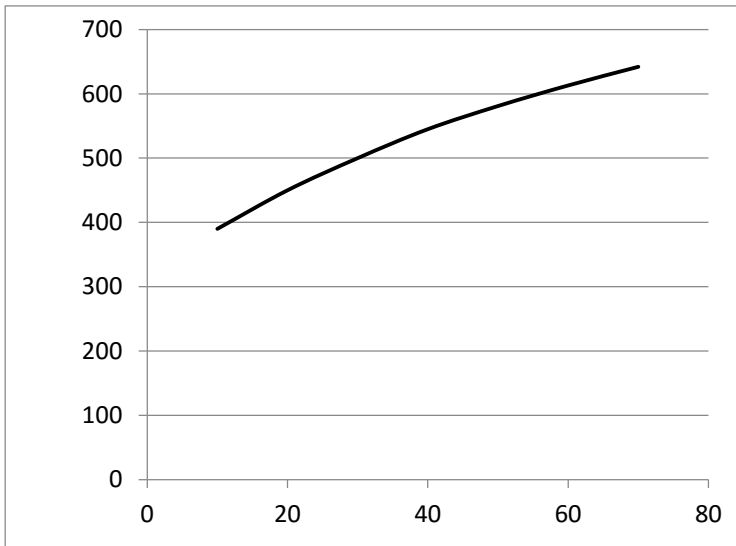
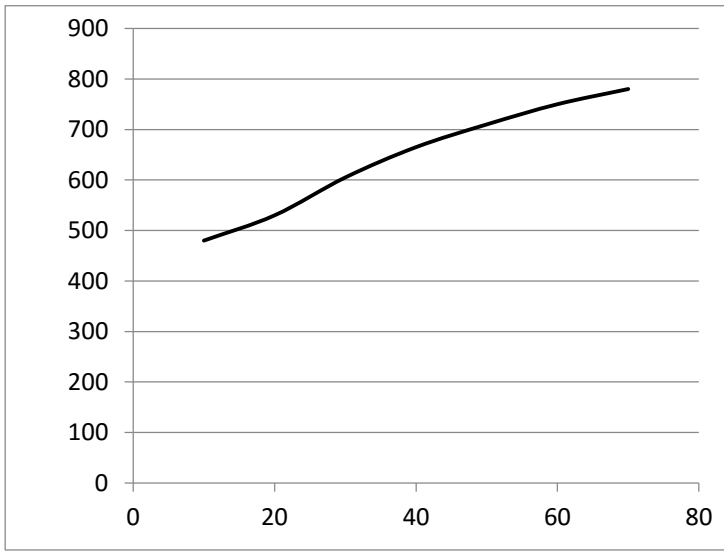
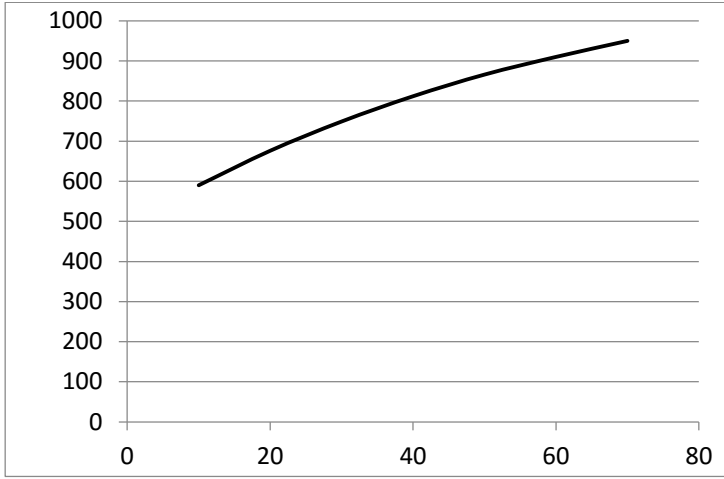
Bonitetler itibariyle Yaş-Orta Çap İlişkisi:



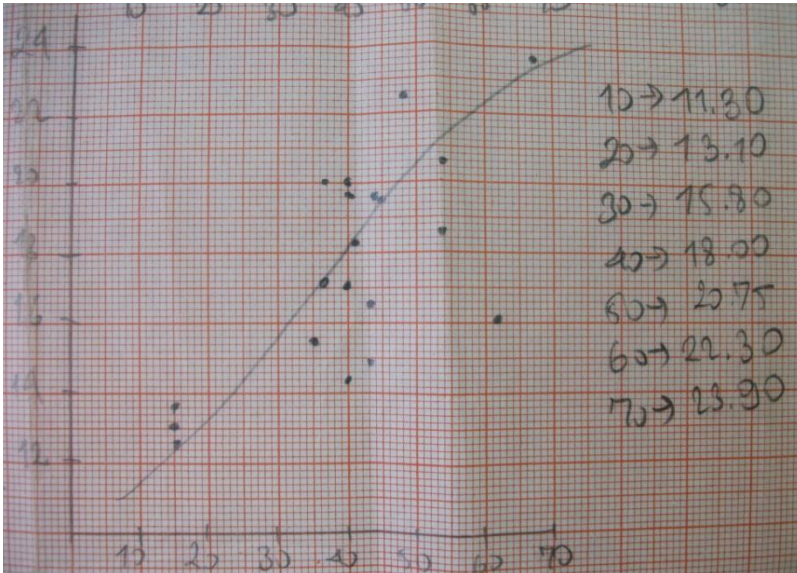
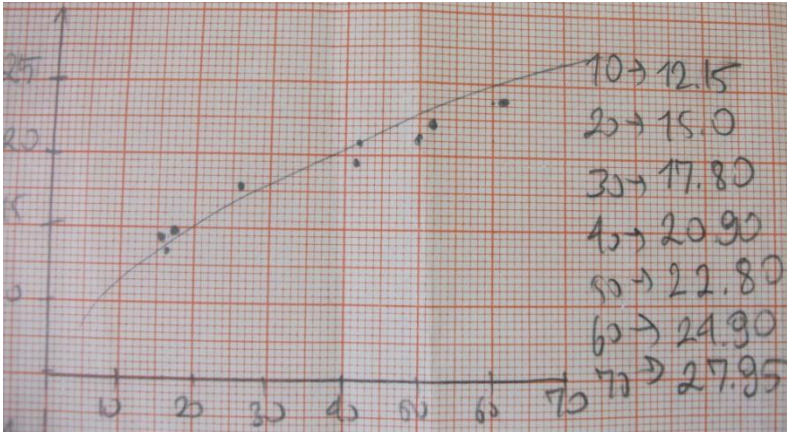
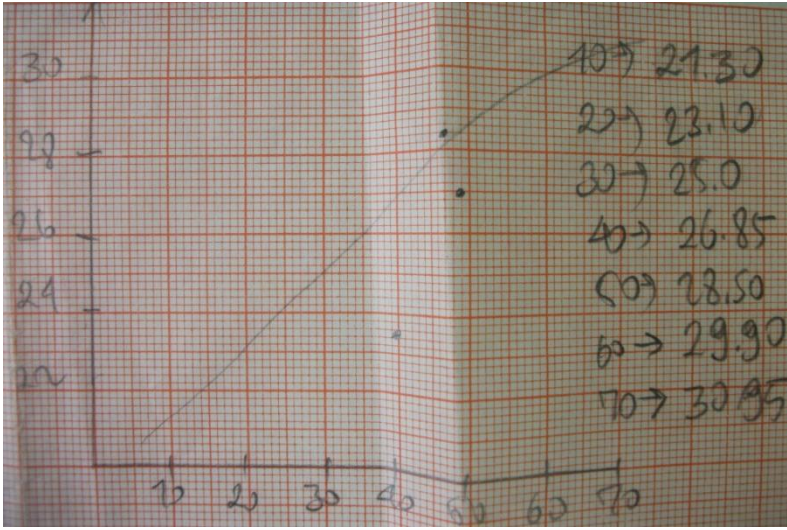
Bonitetler İtibariyle Yaş-Göğüs Yüzeyi İlişkisi:



### Bonitetler İtibari ile Yaş-Hacim İlişkisi:

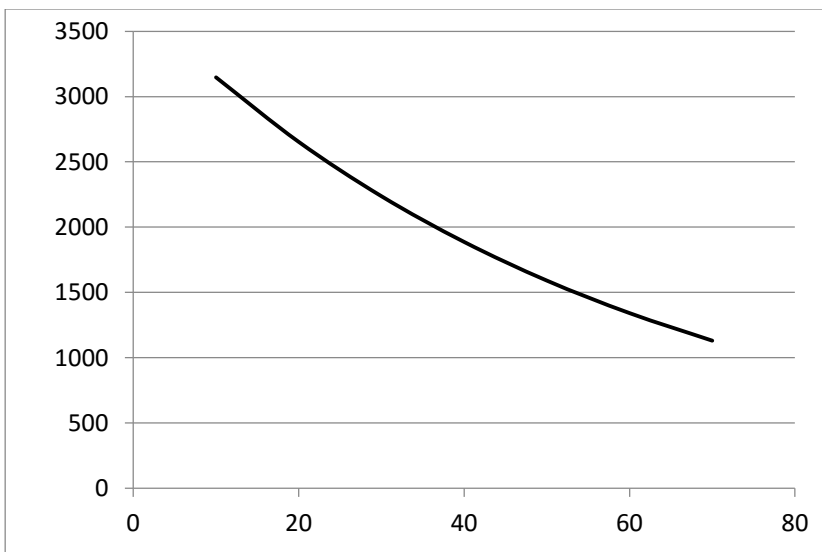
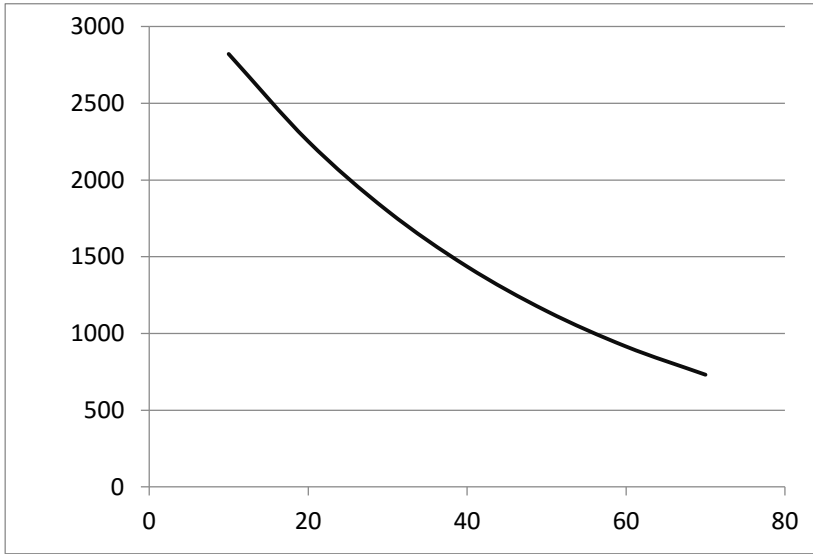
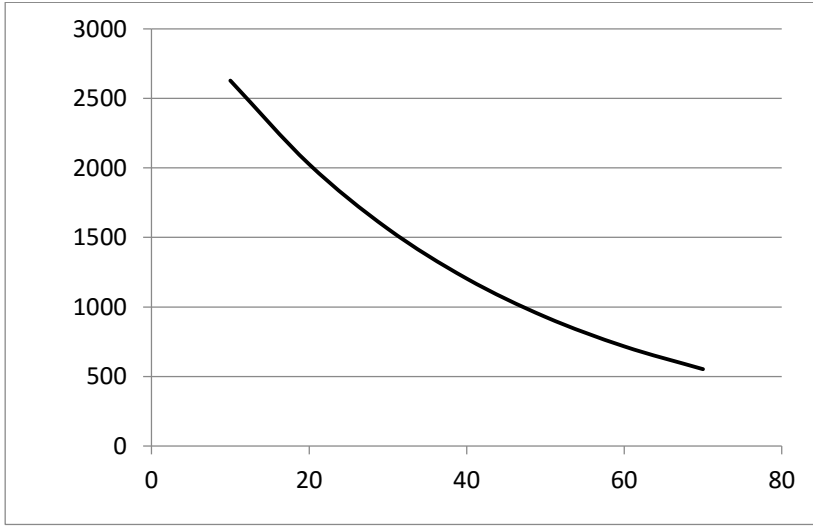


Bonitetler İtibariyle Yaş-Orta boy İlişkisi:





### Bonitetler İtibariyle Yaş-Ağaç Sayısı İlişkisi:



Bonitetler İtibariyle Yaş-Üst Boy Hesabı:

ÜST BOY

I. BONİTET	II. BONİTET	III. BONİTET
$26.98 / 23.98 = 1.13$	23.98	$20.98 / 23.98 = 0.87$
10 → 14.18	10 → 12.55	10 → 10.92
20 → 18.83	20 → 16.66	20 → 14.49
30 → 22.53	30 → 19.94	30 → 17.35
40 → 25.99	40 → 22.38	40 → 19.47
50 → 26.98	50 → 23.98	50 → 20.98
60 → 27.99	60 → 24.73	60 → 21.52
70 → 27.85	70 → 24.65	70 → 21.45

	yaske	üstbüye	FiT_1	yas	üst boy	BE
1	61,00	26,93	24,86	5,00	10,17	25,97
2	41,00	22,10	22,62	10,00	12,55	23,43
3	41,00	25,00	22,62	15,00	14,71	26,50
4	50,00	25,90	24,04	20,00	16,66	25,83
5	42,00	24,65	22,81	25,00	18,41	25,91
6	52,00	26,15	24,27	30,00	19,94	25,84
7	54,00	22,44	24,46	35,00	21,26	22,00
8	53,00	22,35	23,00	40,00	22,38	23,31
9	49,00	30,56	23,92	45,00	23,28	30,64
10	47,00	30,56	23,64	50,00	23,98	30,99
11	47,00	23,38	23,64	55,00	24,46	23,71
12	67,00	25,94	24,84	60,00	24,73	25,00
13	44,00	21,76	23,17	65,00	24,80	22,52
14	40,00	26,57	22,42	70,00	24,65	28,42
15	40,00	18,28	22,42	75,00	24,29	19,55
16	27,00	20,88	19,07			26,26
17	43,00	20,36	23,00			21,23
18	53,00	21,80	24,37			21,45
19	61,00	19,14	24,86			18,46
20	35,00	17,80	21,30			20,04
21	16,00	15,55	15,12			24,65
22	15,00	13,93	14,72			22,70
23	16,00	15,00	15,12			23,78
24	15,00	13,88	14,72			22,62
25	15,00	15,80	14,72			25,75
26	16,00	15,80	15,12			25,05
27	37,00	22,13	21,77			24,37
28	40,00	18,75	22,42			20,05
29	39,00	22,90	22,21			24,72
30	40,00	23,48	22,42			25,11
31	43,00	18,32	23,00			19,10
32	37,00	20,40	21,77			22,47

TİTREK KAVAK NORMAL HASILAT TABLOSU (MISIR ve diğ., 2013)

		KALAN MEŞCERE					ARA MEŞCERE			Yıllık Cari Artım		GENEL VERİM		ORTALAMA ARTIM	
yaş	üst boy	orta çap	orta boy	ağaç sayısı	göğüs yüzeyi	hacim	ağaç sayısı	hacim	Hacim toplamı VAT	m3	%	Hacim	Ara hasılat yüzdesi	Kalan meşcere	Genel meşcere
<b>I. BONİTET</b>															
10	14,1	2,6	4,1	3411	9	9						9		0,9	0,9
20	18,8	5,7	6,7	2629	16	46	782	2,3	2,3	3,9	13,6	48	5,0	2,3	2,4
30	22,5	8,8	10,2	2027	26	118	603	2,7	4,9	7,5	8,9	123	4,0	3,9	4,1
40	25,3	11,9	14,8	1562	33	231	464	2,6	7,5	11,6	6,6	239	3,0	5,8	6,0
50	26,9	15,1	20,5	1204	41	390	358	2,3	9,8	16,1	5,2	399	2,0	7,8	8,0
60	27,9	18,2	27,6	928	50	596	276	1,9	11,7	20,9	4,2	608	2,0	9,9	10,1
70	27,8	21,3	36,3	716	59	855	213	1,6	13,3	26,0	3,6	868	1,0	12,2	12,4
<b>II. BONİTET</b>															
10	12,5	2,2	3,7	3533	6	4						4		0,4	0,4
20	16,7	4,9	5,3	2821	12	20	712	1,7	1,7	1,8	14,0	22	8,0	1,0	1,1
30	19,9	7,6	7,3	2252	17	52	569	2,2	3,9	3,4	9,2	56	7,0	1,7	1,9
40	22,4	10,3	9,6	1798	23	102	454	2,3	6,2	5,2	6,6	108	6,0	2,5	2,7
50	23,9	13,0	12,3	1436	31	171	362	2,1	8,3	7,2	5,2	180	5,0	3,4	3,6
60	24,7	15,7	15,4	1146	39	262	289	1,9	10,2	9,3	4,3	273	4,0	4,4	4,5
70	24,6	18,4	18,9	915	47	376	231	1,6	11,8	11,5	3,6	388	3,0	5,4	5,5
<b>III. BONİTET</b>															
10	10,9	1,5	3,2	3731	1	1						1		0,1	0,1
20	14,5	3,5	4,0	3147	3	6	585	0,8	0,8	0,5	12,8	6	13,3	0,3	0,3
30	17,3	5,6	4,8	2653	5	14	493	1,4	2,2	1,0	9,3	17	13,3	0,5	0,6
40	19,5	7,6	5,6	2237	8	28	416	1,6	3,9	1,6	7,3	32	12,0	0,7	0,8
50	20,9	9,7	6,4	1887	11	48	351	1,7	5,5	2,1	5,4	53	10,0	1,0	1,1
60	21,5	11,7	7,3	1591	14	73	296	1,6	7,2	2,7	4,4	80	9,0	1,2	1,3
70	21,4	13,8	8,2	1342	18	105	249	1,5	8,7	3,3	3,7	114	8,0	1,5	1,6

## BÖLÜM IX

### Tüm Ağaç Değerlendirim ve Biyomas Kavramlarının Ormanlık Amaçları Üzerindeki Beklenen Etkileri

#### 1. Tüm Ağaç Değerlendirmesi ve Biyomas Kavramları

Artan insan nüfusu, eğitim ve ekonomik refahın daha yaygınlaşması, ormandan beklenen hizmet veya ürünlerin, miktar ve çeşidinde önemli yükselmelere neden olmuştur. Bu yükselmelerin yanında, kendini son zamanlarda daha çok hissettirmeye başlayan enerji kıtlığı, canlı bir sistem olan ormanlarda daha çok enerji sağlama konusunu tekrar ön plana çıkarmıştır.

Önceleri, yiyecek ve yakacak kaynağı olarak görülen orman günümüzde, eski işlevleri yanında, askeri, hidrolojik, erozyon denetimi, regreasyon ve kültürel konularda da önemli görevler yüklenmiştir ve bu görevlerin ikamesi söz konusu değildir. Bu görevlere koşut olarak gelişen odun kimyası ve teknolojisi, dikkatleri daha önce ekonomik olmadığı gerekçesiyle ihmal edilen ögeler üzerine toplamıştır. Pazar sistemi olmadığı için ormana terk edilen ikincil ağaç türlerinin, devrik ve kuru ağaçların, hasat artışı kök, dal, yaprak ve yongaların artık geniş kullanım potansiyeli olduğunu görüyoruz. Örneğin, önceleri hasat artışı olarak ormana terk edilen ibrelerden MUKA adı verilen vitamince zengin hayvan yemi yapılmakta, bu yemin tahılla eşdeğer olduğu ifade edilmektedir. Gene, ibrelerden elde edilen klorofil-karoten macunu kozmetik sanayinde provitamin böbrek taşı tedavisinde, eter yağı ve ibra mumu parfümeride kullanılmaktadır. Belirtildiğine göre, elde edilenler, ibreden elde edilebileceklerin %10'unu oluşturmaktadır. Odun artıklarından elde edilen alkol %20 oranında benzine katılabilmektedir, böylece benzin tüketimi %20 azaltılabilmekte veya %20'lik benzin artışı daha ucuza karşılanabilmektedir. Bunlara ek olarak, ağaç tabakasının altında yer alan odunsu bitkiler için yeni kullanım yerleri ortaya çıkmaktadır. Örneğin, Türkiye'nin Karadeniz bölgesinde, gençleştirme yönünden problemler yarattığı için arzu edilmeyen bir çalı olan orman güllerinin yonga levha endüstrisinde hammadde olarak kullanılabileceği gösterilmiştir. Bu örnekler daha da çoğaltılabilir. Bugün odunun kullanım alanı öylesine genişlemiştir ki, gelecek günlerin "odun çağı" olarak adlandırılacağı ileri sürülmektedir.

Yukarıdaki örneklerin ortaya koyduğu gibi, artık bir ağaçta gövde odunu ve kalın dal odunlarının tayini yeterli olmamakta, ağacın her parçasının miktar olarak bilinmesi ihtiyacı duyulmaktadır. Ağacın bütün kısımlarının değerlendirilebilmesi "tüm ağaç değerlendirimi" kavramının Amerikalı bir ormancı olan H. Young'un öncülüğünde, daha popüler hale gelmesine yol açmıştır. Belirtmek gerekir ki, ağacın bütün kısımlarının miktar olarak bilinmesi yeni bir kavram değildir. Gerçekten, daha 1935'lerde Profesör Bergius şöyle diyordu;

"Çok değişik formlarda görülmelerine karşın, bütün bitkilerin temel ögeleri benzer ve çok kez özdeşler. Şeker pancarı, tahıl, mısır, kavak ağacı ve hatta maden kömürü ile mineral yağlar (petrol), ki son ikisi milyonlarca yıl değişen sıcaklık ve basınca maruz kalmış ölü ağaçlardan başka bir şey değildirler, esas itibarıyla benzer, hatta özdeş elemanlardan yapılmışlardır.... İyi durumdaki bir hektarlık orman alanından bir hektarlık şeker pancarı tarlasından elde edilecek şeker miktarından daha fazla şeker elde edilebileceğini kaç kişi bilmektedir? Amerika'da kaç kişi bilir ki Georgia'da pamuk yerine Pinus palustris

yetiştirilirse bir akr'dan beş kat fazla selüloz elde edilecektir....Almanya hammadde sorununu odun yardımı ile çözecektir.

Bergius'un "hammadde sorununu odun yardımıyla çözüleceği" savı odunun ekonomik gelişmedeki önemini açıkça ortaya koymaktadır.

Odunsu her maddenin ekonomik olarak değerlendirilebilmesi, meşcerede ağaç miktarı yanında, diğer odunsu maddelerin de ölçülmesini zorunlu kılmakta dolayısıyla, meşceredeki tüm odunsu maddenin tayini gerekmektedir. Bu gerektirim "Biyomas" kavramının doğmasına yol açmıştır.

Gerçekte, ağaç serveti, meşcere sıklığına bağlı olmakla birlikte, Meşceredeki odunsu kütlelerin zannedildiğinden daha küçük bir oranını oluşturmaktadır. Örneğin, Almanya'da, dağlık bölgedeki seyrek bir ladin meşceresinde, ağaç servetinin organik kütlelerin %29'una, toprak florasının %38'ine eşit olduğu görülmüştür.

## 2. Tüm Ağaç Değerlendirmesi ve Biyomas Kavramlarının Beklenen Etkileri

Söz konusu kavramın işletme amacı olarak benimsenmesinin ormancılık tekniğinde bazı gelişmelere yol açması doğaldır. Bu değişimler başlıca;

- Ölçme ve envanter tekniğinde,
- Kesim tekniğinde,
- Silvikültürel amaç ve müdahalelerde,
- Amenajman ağaç ve tekniğinde,
- Orman işletme amaçlarında

kendilerini göstermektedir. Örneğin, ürün çeşidinin artması verim gücü kavramının tanımını da değiştirecektir. Ana amaç odunsu madde üretimi olunca amenajman ve silvikültür yöntemleri de buna uymak zorundadırlar. Köklerin sökülmesi ağacın farklı kısımlarına ayrılması için özel aletler geliştirilmiştir.

Tüm ağaç değerlendirimi ve biyomas kavramlarının yol açtığı ilk değişiklik organik madde miktarının tayininde hacim yerine ağırlık kullanılması zorunluluğudur.

Bir ağaç, kalın gövde odunu, ince gövde odunu, dal odunu, yapraklar, kütük ve köklerden oluşmaktadır. Bunlardan gövde odununun geometrik bir şekle sahip olması nedeniyle hacim olarak tayini yapılabilirken, örneğin, kök odununun hacmen tayini aynı derecede kolay değildir. Söz konusu bu zorluklar her türlü odunun ağırlık olarak belirlenmesi durumunda ortadan kalkmaktadır. Ancak odun homojen bir yapıya sahip olmadığından ağırlık tayininin yönteminin ne olacağı sorusu ile karşılaşmaktadır. Şimdilik, ağırlığın hacim yoğunluk değeri olarak ifade edilmesi en çok kabul gören yöntem durumundadır.

Hacim yoğunluk değeri tam kuru durumundaki odunun yaş hacmine oranlanması ile elde edilmektedir. Birimi kg/m<sup>3</sup>'tür.

$$\text{Hacim yoğunluk değeri} = \frac{\text{Tam kuru odun hacmi}}{\text{Yaş hacmi}}$$

## **2.1. Ağacın Çeşitli Kısımlarının Ağırlığının Tayininde Önemli Görülen Değişkenler**

Dendrometri dersinden hatırlanacağı gibi, gövde odununun hacminin tayininde ağaç türü, göğüs çapı ve gövde boyu üç önemli değişkendirler. Gövde odununun ağırlık olarak tayininde de aynı değişkenler önemlerini korumaktadırlar.

İnce odun miktarının tayininde ağaç türü, göğüs çapı, ağaç boyu, kerestelik gövde odununun üst çapı ve kütük yüksekliği önemli değişkenler olarak görünmektedirler.

Ağaç yaprak ağırlığının tayininde önemli görülen değişkenler ağaç türü, ağaç boyu, meşcere sıklığı, yetişme ortamı kalitesi, tepe oranı ( tepe uzunluğunun ağaç boyuna oranı) ve ölçme mevsimidir.

Dal odunu miktarının tayininde ise, ağaç türü, ağaç boyu, meşcere sıklığı, yetişme ortamı kalitesi, ağaç yaşı ve göğüs çapı, ölçme mevsimi, tepe oranı, ağacın sosyal mevkii gibi değişkenlerin önemli olduğu görülmüştür.

Ağaç kök sistemi miktarı ağaç türü, göğüs çapı ağaç boyu, toprak sıkışıklığı, toprağın besin ekonomisi ve meşcere sıklığı ile yalın bir ilişki göstermiştir. Bununla birlikte, kök sisteminin, ağaç toprak üstü kısımlarının, ortalama %25'ine eşit olduğu bulunmuştur.

## **2.2. Biyomas Envanterinde Kullanılan Yöntemler**

Tüm ağaç değerlendirimi ve biyomas kavramları daha yoğun yararlanma ihtiyacının bir sonucudur. Bu ihtiyaç orman, yetişme ortamı ve diğer çevre koşulları ( sosyal ve ekonomik) ve çok amaçlı yararlanma arasındaki bağıntı ve ilişkilerin daha iyi anlaşılmasını gerektirmektedir.

Boyutları ve kısımları dikkate alındığında, ağacın ağırlık olarak tayini, tarım bitkilerinin ağırlığının tayininden farklı yöntemleri gerektireceği görülecektir. Homojen yapılı olduğu kabul edilen eşit yaşlı meşcerelerde dahi birbirinin her bakımdan aynısı iki ağaca rastlamak çok zordur. Bununla birlikte, ağaç hacim veya ağırlığının tayininde ihtiyaç duyulan emek, zaman ve masraf örnekleme yöntemini zorunlu kılmaktadır. Örnekleme yönteminin sonuçlardaki hata payını yükselttiği doğrudur. Ancak, söz konusu bu hata payı, örneğe girecek ölçme sayısını arttırma ve örnekleri stratifikasyonla (bölümleme) seçmek suretiyle, öngörülen bir sınırın altında tutulabilir.

Meşceredeki organik kütle miktarını tayin için kullanılan yöntemler başlıca üç grupta toplanmaktadır;

- Birim alan yöntemi
- Orta ağaç yöntemi
- Regresyon yöntemi

### **2.2.1. Birim Alan Yöntemi**

Bu yöntemde belirli büyüklükte bir deneme alanı seçilmekte ve bu deneme alanı içinde kalan bütün odunsu maddelerin ağırlığı, çeşitlerine göre tayin edilmektedir. Elde edilen ağırlık değerlerinin birim alana indirgenmesi üç şekilde yapılmaktadır;

- Birim alan değeri, deneme alanında bulunan miktarı deneme alanı büyüklüğüne bölerek,

$$\frac{\text{deneme alanında bulunan miktar}}{\text{deneme alanı büyüklüğü}}$$

- Birim alan değeri, deneme alanındaki toplam tepe projeksiyonuna bölünerek,

$$\frac{\text{toplam tepe projeksiyonu}}{\text{deneme alanında bulunan miktar}}$$

- Birim alan değeri, deneme alanındaki toplam göğüs yüzeyine bölünerek elde edilmektedir.

$$\frac{\text{deneme alanındaki miktar}}{\text{toplam göğüs yüzeyi}}$$

### 2.2.2. Orta Ağaç Yöntemi

Deneme alanında deneme alanı orta çapına sahip belirli sayıda ağaç “temsilci” veya “örnek” ağaç olarak seçilmekte ve bu ağaçlardan elde edilen değerler birim alana daha sonra da meşcerenin tümüne genişletilmektedir.

Örnek ağaçların seçimi herhangi bir ayrıma gidilmeksizin yapılabildiği gibi, deneme alanı içindeki ağaçlar çap sınıflarına ayrılmak ve her çap sınıfından örnek ağaçlar alınmak suretiyle de yapılmaktadır. Çap sınıfları için bulunan çap sınıflarına ayırma daha çok değişik yaşlı meşcerelerde uygulanmaktadır.

### 2.2.3. Regresyon Yöntemi

Bu yöntemde, ağaçlar çaplarına ve türlerine göre ayrılmakta ve türlere göre örnek ağaçlar alınmakta, örnek ağaçlar üzerinde kolayca ölçülebilen özellikleri ile çeşitli kısımların ağırlıkları regresyon denklemleri ile ilişkiye getirilmektedir. Regresyon denkleminde elde edilen değerler birim alana, daha sonra da meşcerenin tamamına genişletilmektedir. Bu yöntem ağaç boyutları ile ağırlıkları ilişkiye getirdiğinden, “odunsu bitkilerin boyutsal analizi” olarak adlandırılmaktadır.

## 2.3. Biyomas Kavramının Meşceredeki Organik Madde ve Mineral Dolaşımına Etkisi

Biyomas kavramı meşcereden yoğun bir şekilde yararlanmayı öngörmekte, önceleri meşcereye terk edilen artıkların da kullanılmak üzere meşcereden çıkarılmasını gerektirmektedir. Hasat artıkları ile odunsu çalıların meşcereden uzaklaştırılmaları, meşcerede dolaşıma girecek organik madde ve mineral miktarlarını önemli ölçüde azaltarak meşcereye katılan bitkiler için beslenme sorunu yaratmaktadır. Örneğin bir çalışmaya göre, ilk yılın sonunda tıraşlanmış alandaki azot kaybı hektarda 53 kg iken, müdahale görmemiş meşcerede hektarda 4.5 kg’lık bir azot artışı tespit edilmiştir. Bilindiği gibi, topraktaki nitrat ve



amonyum iyonlarının azalışı diğerkatyonlarında azalmasına neden olmaktadır. Böylece dolaşıma girecek organik madde ve ana elementler bakımından toprak fakirleşmektedir.

Yoğun yararlanmanın yol açtığı bu sonuçları ortadan kaldırmak için akla gelebilecek ilk çözüm böyle alanların gübrenmesidir. Ne var ki, gübre pahalı olup istenilen miktarda kolayca temin edilen bir madde değildir. Kimyasal gübrelemenin alternatifi olarak, orman alanlarının odun külü ile gübrenmesi, böylece aşırı yıkama ile asidik reaksiyon veren toprakların bazik düzeye çevrilmesi önerilmektedir. Diğerbir öneri meşcere altında baklagiller yetiştirmektedir.

Unutulmaması gereken husus yoğun yararlanmanın Meşceredeki organik madde ve mineral dolaşımını kısıtladığı ve bu kısıtlılığa en ekonomik şekilde ortadan kaldırılması zorunludur. Aksi durumda meşcere çok kısa zamanda verimsiz hale gelecek ve meşcereden beklenen süreklilik ortadan kalkacaktır.