

Meşcere Karışımında Mekansal Boyut

Osman Yalçın Yılmaz^{1*}, Orhan Sevgi¹

¹İ.Ü.Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

*Tel: 0 212 226 1100-25395, Fax: 0212 226 1113, E-Posta: yilmazy@istanbul.edu.tr

Kısa Özet

Karmaşık ekolojik süreçlere sahip olan meşcerenin boy, çap, ağaç sayısı, sıklığı, göğüs yüzeyi, şekil katsayısı, hacmi, verim sınıfı, karışımı ve tür bileşimi gibi özellikleri çeşitli ormancılık bilim dallarında araştırma konusu olmuştur. Bu özellikler meşcere tanıtımı hakkında anlamlı bilgiler vermekte ancak meşcerenin mekansal yapısı ve karışımını yeterince açıklayamamaktadır. Oysa ormanların sürdürülebilirliğini sağlamak için onun mekansal yapısını daha iyi ortaya koyabilecek yeni yaklaşımlara ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu yaklaşımlara örnek olması amacıyla İstanbul Belgrad ormanında kayın, gürgen ve meşe türlerinin bulunduğu bir meşcereden 95 ağacı içeren 60x70 metrelik bir alandaki ağaçların koordinatları ve çapları ölçülmüş, türleri belirlenmiştir. Ölçülen örnek alan ile ondan türetilen dört senaryo alanında mekansal olmayan ve mekansal olan yaklaşımlarla karışımlar belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır. Mekansal olmayan analiz sonuçlarına göre; örnekleme alanı ile ondan türetilen dört senaryo alanının karışım çeşidi, türlerin ağaç sayısı oranı ve göğüs yüzeyi oranına göre karışım değerleri aynıdır. Bu nedenle beş örnek alanında birbirinin aynı meşcere yapısına sahip olduğu gibi bir sonuç ortaya çıkarmaktadır. Oysa aynı örnek alanların karışma göstergesi kullanılarak mekansal analizleri yapıldığında ise grafik olarak doğal ve dört senaryo alanının farklı meşcere mekansal yapısına sahip olduğu belirlenmiştir. Mekansal karışım analizi ile mekansal meşcere yapısı ve orman içindeki ekolojik süreçler daha sağlıklı belirlenecektir. Böylece yapılacak teknik ormancılık çalışmalarının başarısına anlamlı katkılar sağlanabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Meşcere karışımı, mekansal meşcere yapısı, karışma göstergesi

Spatial Dimension of Stand Mixture

Abstract

Forest stand which has a complex ecological process has been subjected to various studies in a number of forestry disciplines with its properties such as height, diameter, trees per ha, density, basal area, species mixture and composition etc. Even though these properties offer valuable information about stand description, they are still insufficient in the aspect of stand spatial structure and composition. However, there has been increasing demand of new approaches in implementing forest sustainability. As a proper example of such demand, a 60x70 m sample area was taken in Belgrad Forest, Istanbul and locations and diameters of the trees in the area were measured in this area. Mixture of this sample area along with four different scenarized sample areas created from the original sample area were determined by non-spatial methods. Then determining mixture of these 5 areas with spatial analysis (mingling index)

Received: 21.05.2009; accepted: 19.07.2010

and compare to the non-spatial methods: In non-spatial methods, analysis results show that all five sample areas mixture and species ratio have given the same value. On the other hand, using spatial analysis for these five sample areas has been resulted in different mingling graph results and stand spatial structure differences have been well determined. As a result, using spatial mixture analysis like mingling index forest ecological process will be determined reliably and thus will make valuable contribution to technical forestry practices.

Keywords: Stand mixture, spatial stand structure, mingling index

1. Giriş

Mekan istatistikleri 1950'den günümüze bitki, hayvan ekolojisi, coğrafya ve maden mühendisliği gibi alanlarda yoğun olarak kullanılmaktadır (Fortin ve ark., 2002). Ekoloji çalışmalarında mekan istatistiklerinin kullanımı son yıllarda geliştirilen yeni yöntemler sonucunda yaygın bir hal almıştır (Fortin ve ark., 2002). Bitki ekolojisinde tür ve toplumların dağılımlarını denetleyen süreçlerin anlaşılması için mekan desenleri kullanılmaktadır (Legendre ve Legendre, 1998). Böylece ekoloji çalışmalarında mekansal yapının açıkça göz önünde bulundurulması ekolojik süreçleri yönetmede ve anlama çabalarında önemli bir rol oynamaya başlamıştır (Fortin, 2005). Meşcere, geçmişteki arazi kullanımlarının, karmaşık ekolojik süreçlerin ve ormancılık uygulamalarının sonucu oluşmuş orman parçasıdır (Stoyan ve Penttinen, 2000). Ormancılık bilimlerinde meşcerenin boy, çap, ağaç sayısı, sıklığı, göğüs yüzeyi, şekil katsayısı, hacmi, verim sınıfı, karışımı ve tür bileşimi gibi özellikleri çeşitli bilim dallarında araştırma konusu olmuştur. Meşcere karışımı özellikle karışık meşcerelerin anlaşılması için önemli bir kavram olmuştur. Klasik ormancılık kaynaklarında karışım; meşcerede çeşitli ağaçların bir arada bulunması olarak tanımlanmıştır (Saatçioğlu, 1976). Bir başka tanım ise; ağaç türü ve yaşı (gelişim çağı) bakımından farklı ağaçların bir arada bulunması halidir (Kalıpsız, 1988). Karışık meşcereler birçok açıdan saf meşcerelere göre daha sağlıklı, dayanıklı ve ekolojik açıdan değerli bulunmuştur (Saatçioğlu, 1971; Odabaşı ve ark., 2004). Karışık meşcerelerdeki tür çeşitliliği dolayısıyla ayrışma süreçleri daha iyi olmaktadır. Örneğin saf kayın meşcerelerine göre kayın-meşe karışık ormanlarının ölü örtüleri daha hızlı ayrışmaktadır (Kantarci, 1987). Hastalık etmenlerine göre de karışık meşcereler daha dayanıklıdır (Saatçioğlu, 1971; Odabaşı ve ark., 2004). Bunun yanında mekansal karışım arttıkça bitki ve hayvan çeşitliliği de artmaktadır (Pretzsch, 2009). Öte yandan karışık meşcerelerin gençleştirilmesi ve

bakımı hassas bir durum olması sebebiyle müdahalesi zor meşcerelerdir.

Meşcere karışımı mekansal boyut verilerinin kullanılmadığı klasik silvikültür, amenajman, hasılat ve ekolojide bazı kıstaslara göre tanımlanmıştır. Silvikültür açısından herhangi bir meşcerede karışımdan söz etmek için karışıma giren türlerin kesit yüzeyleri, hacimleri hatta bazen ağaç sayılarının belirli miktarın üzerinde olması istenir. İstenen değer herhangi bir türün 0,9 oranından daha az olmasıdır. Bir meşcerede bir tür bu değerden daha fazla bulunması halinde ortamda bulunan diğer türler dikkate alınmaz. Karışıma giren türlerden hakim olana "temel meşcere" denir. Eşit veya eşitsiz münferit dağılımda bulunan fakat miktarı %10'dan az olan tür için "serpili" terimi kullanılır (Saatçioğlu, 1976).

Klasik parametreler meşcere tanıtımı hakkında anlamlı bilgiler vermekte, ancak meşcerenin mekansal dağılımı ve karışımı hakkında yetersiz kalmaktadırlar. Örneğin aynı ağaç sayısı ve göğüs yüzeyine sahip iki meşcerenin hangisinin istenen meşcere kuruluşuna (yatay ve dikey karışım ve dağılım) ne kadar benzeştiğini kestirmek olanağı yoktur. Son yıllarda bir meşcerenin mekansal desenini belirlemeye yönelik bazı indis, fonksiyon, ve modellerin kullanımı giderek artmaktadır. Bunlardan bazıları ağaç yaşam alanı (Voronoi), tür alan ilişkisi (SAR veya ISAR), komşu ağaçlar arası mesafe, Ripley K, L,G fonksiyonları, karışma göstergesi (Mingling index), çap farklılaşma göstergesi, münferit tür alan ilişkisi ve Cox-Gibs modelleridir (Duncan, 1991; Mateu ve Montes, 1998; Degenhardt, 1999, Stoyan ve Penttinen, 2000; Gangying ve ark., 2007). Bunlardan karışma göstergesi, özellikle karışık türlerin bulunduğu ormanlardaki meşcere yapısını ve mekansal karışım oranını belirlemek için önemli bir göstergedir. Yatay ve düşey çeşitlilik meşcere yapısının ekolojik kararlılığında etkilidir. Bu nedenle meşcere mekansal yapısını belirlemeye yönelik çalışmalar artmaktadır. Mekansal yapı; mekansal dağılım, tür çeşitliliği ve ağaç boyutları ile nicelenebilir.

Göstergeler mesafe bağımlı veya bağımsızdır (Laar ve Akça, 2009; Pommerening, 2002).

Bir yandan orman istatistiğinde de kullanılabilir bu gelişmeler olurken bu işlemleri gerçekleştirebilmeyi kolaylaştıran ve veri sağlayan yazılım ve donanım teknolojilerinde de gelişmeler olmuştur. Coğrafi bilgi teknolojilerindeki gelişmeler ile gerek mekansal verinin arazide toplanmasında gerekse depolanıp işlenmesinde yeni bir süreç başlamıştır. Böylece orman alanlarındaki münferit ağaçların mekansal düzeni ve karışımının nasıl olduğunu anlamak kolaylaşmaktadır (Chen ve Bradshaw, 1999). Bunun yanı sıra özgür yazılım alanındaki gelişmeler araştırmacıların önünü açmış kendi düşüncelerini bir yazılım veya yazılım eklentisi olarak geliştirebilme imkanı sunmuştur. Klasik yöntemler (mekansal olmayan) ile yapılan değerlendirmeler ile ağaç türleri karışımı oransal olarak belirlenebilmekte fakat mekansal dağılımı sağlıklı olarak belirlenememektedir. Oysa deneme alanında yapılacak konumsal ölçmeler (ağaçların birbirine göre gerçek veya göreceli koordinatları) karışımın mekansal dağılım derecesinin belirlenmesine olanak sağlayabilecektir. Bu çalışmada meşçere karışımını belirlemede mekansal boyutun hesaba katılmasının sonuçları nasıl değiştirebileceği ortaya konmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Kullanılan veri ve yazılım

Çalışmada kullanılan veriler İstanbul Belgrad Ormanı'nda belirlenen bir alanda "Topcon Hiper GGD" küresel konumlama sistemi alıcısı ile Mart 2010'da yapılan ölçümlerle elde edilmiştir. Kayın, meşe, gürgen ve kesteneden oluşan toplam 628 adet ağacın gerçek koordinatları UTM projeksiyon sistemi ve WGS 84 datumuna göre KKS ile metre altı hassasiyetle belirlenmiştir. Ayrıca ağaçların türleri belirlenmiş ve göğüs çapları ölçülmüştür. Ölçülen veriler "GRASS GIS" özgür CBS yazılımı (GRASS Development Team, 2008) kullanılarak oluşturulan veritabanına aktarılmıştır. Gerekli mekansal istatistik analizler için "GRASS GIS" verilerini doğrudan okuyabilen "R" özgür istatistik yazılımı (R development Core Team) ve ilgili eklentileri spgrass6 (Bivand, 2010), mapprotools (Nicholas ve ark. 2010), spatial segregation (Rajala, 2010), spatstat (Baddeley ve Turner, 2005) kullanılmıştır.

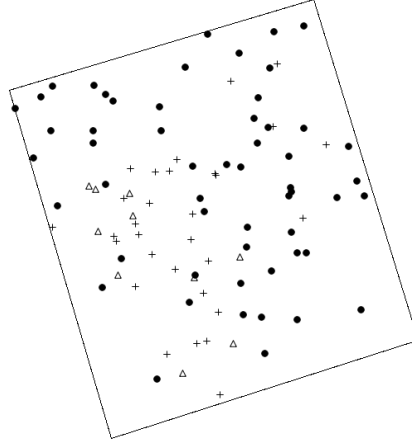
Öncelikle ölçülen 628 ağaçtan karışımın yüksek olduğu 95 ağacı içeren 60x70 metrelik bir alan belirlenmiştir (Şekil 1). Daha sonra, karışıma mekansal dağılımın etkilerini ortaya koymak için bu veri üzerinde bilinçli değişiklik senaryoları uygulanarak diğer 4 veri seti elde edilmiştir (Tablo 1). Bu veri setleri;

- Kayın ve meşe karışık gürgen grup halinde "KnM - (Gn)"Şekil 2a.
- Kayın ve gürgen karışık meşe grup halinde "KnGn - (M)"Şekil 2b.
- Meşe ve gürgen karışık kayın grup halinde "MGn - (Kn)"Şekil 2b.
- Kayın, gürgen ve meşe ayrı gruplar halinde "(Kn) - (Gn) - (M)"Şekil 2d

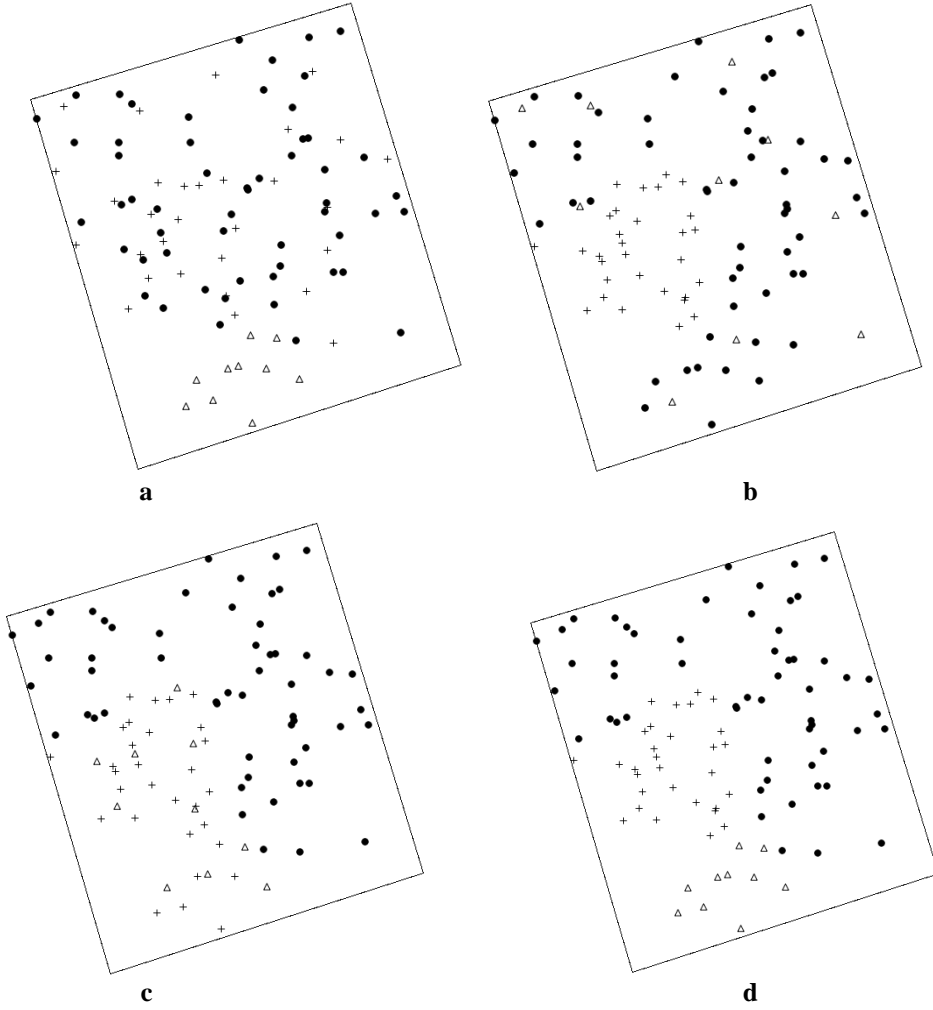
Tablo 1. Örnek alan ve senaryo alanların tanımı, simgeleri ve ağaç sayıları.

Table1. Sample area and scenario areas description, symbol and species quantity.

Örnek alan	Tanımlama	Simgesi	Tür Sayıları		
			Kn	M	Gn
Doğal	Kayın, gürgen ve meşe karışım halinde	KnMGn	55	30	10
Senaryo1	Kayın ve meşe karışık gürgen grup halinde	KnM - (Gn)	55	30	10
Senaryo2	Kayın ve gürgen karışık meşe grup halinde	KnGn - (M)	55	30	10
Senaryo3	Meşe ve gürgen karışık kayın grup halinde	MGn - (Kn)	55	30	10
Senaryo4	Kayın, gürgen ve meşe her biri ayrı grup halinde	(Kn) - (Gn) - (M)	55	30	10



Şekil 1. Çalışma alanındaki ağaçların konumları (kayın: içi dolu daire, meşe: artı, gürgen: üçgen).
Figure 1. Location of trees in the measured sample area (beech: filled circle, oak: cross, hornbeam: triangle).



Şekil 2. Senaryolara göre ağaçların konumları a: KnM-(Gn) b: KnGn-(M) c: MGn-(Kn) d: (Kn)-(Gn)-(M).
Figure 2. Location of trees by the scenarios (Kn=beech, M=oak, Gn=hornbeam).

2.2. Karışma göstergesi (Mingling indeks)¹

Türlerin karışımı, belirli bir türün bireylerinin diğer türün bireyelerine göre konumlanmasını ifade eder. Daha doğrusu, türlerin karışması, bir ağacın diğer ağaç türleri ile çevrelenme derecesidir. Düşük karışım değeri, herhangi bir bireyin aynı türün bireyleriyle bir arada bulunduğu veya diğer türlerden çok az bireyle aynı alanda bulunduğunu gösterir. Yüksek karışım değeri ise farklı türlerle çevrelendiğini gösterir.

Gadow (1999) bir örnek ağacı ve dört en yakın komşusunu kıyaslayarak tür karışımını saptamıştır. Böylece karışım oranı indisi “Mi” örnek ağaç “i” için belirlenmiştir (Graz, 2004):

$$M_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n m_{ij}$$

Karışma göstergesi (**Mingling**) değeri 0 ile 1 arasındadır. Sıfıra yaklaştıkça o ağaç türü gruplaşmıştır ve düşük seviyede tür karışımına işaret eder. Bire yaklaştıkça, ağaç türü kendi türüne ait diğer bireylerden izole olmuştur yani yüksek seviyede karışım söz konusudur (Graz, 2004).

Çalışmada kullanılan karışma göstergesi Lewandowski&Pommerening 1997 deki karışma göstergesinin genişletilmiştir. Desendeki noktaların oranlarını belirli komşuluk türlerine göre belirler. Olası komşuluk ilişkileri; geometrik, k-en yakın komşu, Delaunay ve Gabriel'dir. Delaunay ve Gabriel parametresizdir, yani verilen r değerinin bir anlamı yoktur. Geometrik grafikte ise r çevreleyen diskini boyutudur ve k-nn de ise r hesaba katılacak komşu noktalar sayıdır. Eğer hiçbir tür belirtilmediyse foksiyon tüm türlerin ortalamasını alır. Mingling index fonksiyonu ise desenle ilgili tek bir değer verir. Varsayılan olarak Lewandowski&Pommerening 1997 deki ve Graz 2004 teki orijinal karışma göstergesi olan 4-nn grafiğini kullanır (Rajala, 2010).

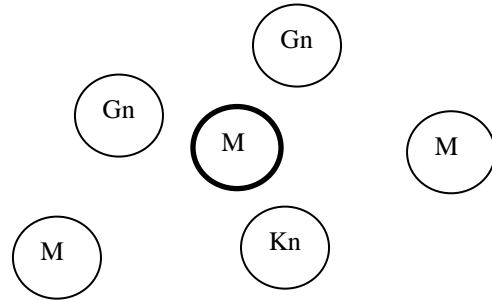
¹ “Mingling” kelimesi İngilizce’de “with” edatıyla birlikte başkaları ile kaynaşma anlamında kullanılırken, “to be mixed” ise birbirinin içine geçme anlamında kullanılmaktadır (Çete, 2000). Terim olarak “mixed” sözcüğü, ormanın karışık olduğunu belirten bir sıfattır. Bununla birlikte “mingling” ise mekan istatistiğine ait bir terim olup isim olarak karışmayı ifade etmektedir.

Örnek olarak meşe için (Şekil 3'te koyu çemberle çevrili) karışma gösterge değerini k-en yakın komşuya göre değerlendirdiğimizde;

3 komşu için; $(1+1+1)/3=1$ (yani etrafındaki 3 ağacın üçü de (%100) meşe değil)

4 komşu için; $(1+1+1+0)/4=0,75$ (yani etrafındaki 4 ağacın üçü meşe değil (%75) 1 tanesi meşe)

5 komşu için; $(1+1+1+0+0)/5=0,6$ (yani etrafındaki 5 ağacın üçü meşe değil (%60) 2 tanesi meşe)



Şekil 3. Karışma göstergesi örneği (meşe-M, gürgen-Gn, kayın-Kn).

Figure 3. Example of the mingling index (oak-M, hornbeam-Gn, beech-Kn).

3. Bulgular

3.1. Mekansal olmayan yöntemlere göre karışma ait bulgular

Mekansal olmayan ölçmelere göre elde edilen verilerde hektardaki ağaç sayısı 95 adet olup, oranları Tablo 2'dedir. Doğal meşcere ve senaryoların karışım çeşidi aynıdır. Türlerin hektardaki ağaç sayılarının % değerlerine ve göğüs yüzeyi oranına göre katılımların bütün hepsi aynıdır. Türlerin hektardaki ağaç sayılarının % oranları ölçüt alındığında bütün türler %10'un üzerinde olduğundan karışma girmiştir. Bununla birlikte, göğüs yüzeyi ölçütüne göre; gürgen % 4,77 olduğundan karışma girememektedir. Karışım şekli açısından da doğal alan ve senaryolar arasında küçük farklar bulunmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Örnek alanların mekansal olmayan karışım çeşidi, şekli ve düzeyi.
Table 2. Non-spatial mixture type, form and ratio of sample areas.

Örnek alan	Karışım Çeşidi ³	Karışım Şekli ³	Tür Bireylerinin Oranları (%)			Göğüs Yüzeyi Oranına Göre ⁴		
			Kn	M	Gn	Kn	M	Gn
Doğal	Yatay Karışım veya Tepe Karışımı	Kayın,meşe, gürgen münferit Karışım	57,89	31,58	10,53	69,55	25,68	4,77
Senaryo1	Yatay Karışım veya Tepe Karışımı	Kayın ve meşe münferit karışık gürgen grup halinde	57,89	31,58	10,53	69,55	25,68	4,77
Senaryo2	Yatay Karışım veya Tepe Karışımı	Kayın ve gürgen münferit karışık meşe grup halinde	57,89	31,58	10,53	69,55	25,68	4,77
Senaryo3	Yatay Karışım veya Tepe Karışımı	Meşe ve gürgen münferit karışık kayın grup halinde	57,89	31,58	10,53	69,55	25,68	4,77
Senaryo4	Yatay Karışım veya Tepe Karışımı	Kayın, gürgen ve meşe gruplar halinde	57,89	31,58	10,53	69,55	25,68	4,77

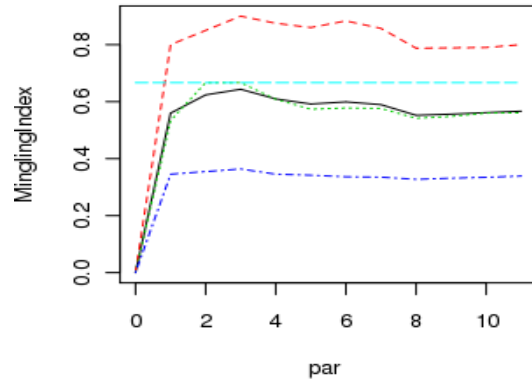
³ Sınıflandırmalar Saatçioğlu 1976'ya göre yapılmıştır.

⁴ Göğüs yüzeyi hesabı Kalıpsız, 1982'ye göre yapılmıştır.

3.2. Mekansal yöntemle göre karışıma ait bulgular

Ölçüm yapılan alandaki ağaç türü sayısına (3 tür) göre teorik karışıma (mingling) gösterge değeri 0,66 dır. Ancak karışımı bu tek değer ile ifade etmek yerine münferit ağaçlardan 11 en yakın komşu ağaç sayısına göre hesaplanan mekansal karışım gösterge grafikleri elde edilmiştir (Şekil 4). Buna göre en üstte yer alan Gürgen'in (kırmızı kesikli çizgi) karışım seviyesi yüksektir ve etrafındaki türlerin %80 den fazlası farklı türdür. Yani etrafında kendi türüne ait bireyler neredeyse hiç bulunmamaktadır. Teorik değer ve ortalamanın (siyah kesiksiz çizgi) üzerinde seyretmesi iyi bir karışım değerine sahip olduğunu göstermektedir. Ortalama değer ile neredeyse paralel bir eğilim sergileyen meşe (yeşil nokta-nokta) ise teorik değer altındadır, ama ona yakın değerlere ulaşmaktadır. Meşe bireylerinin etrafında kendi türüne ait bireylerin bulunduğu ama seçilen alanın ortalama değerleriyle paralelliği ve teorik değere yakınlığı iyi bir karışım sergilediğini göstermektedir. Meşe ağaçlarının %50'den fazlasının etrafında farklı türler olduğu anlaşılmaktadır. En alttaki kayın'a ait çizgi ise (mavi çizgi-nokta) ortalama değer altındadır ve teorik değerden uzakta bir seyir izlemektedir. Etrafındaki ağaçların yaklaşık %70'inin kayın olduğu

anlaşılmaktadır. Bu da kayına ait bireylerin gruplaştığını ve düşük karışım düzeyine sahip olduğunu ifade etmektedir.



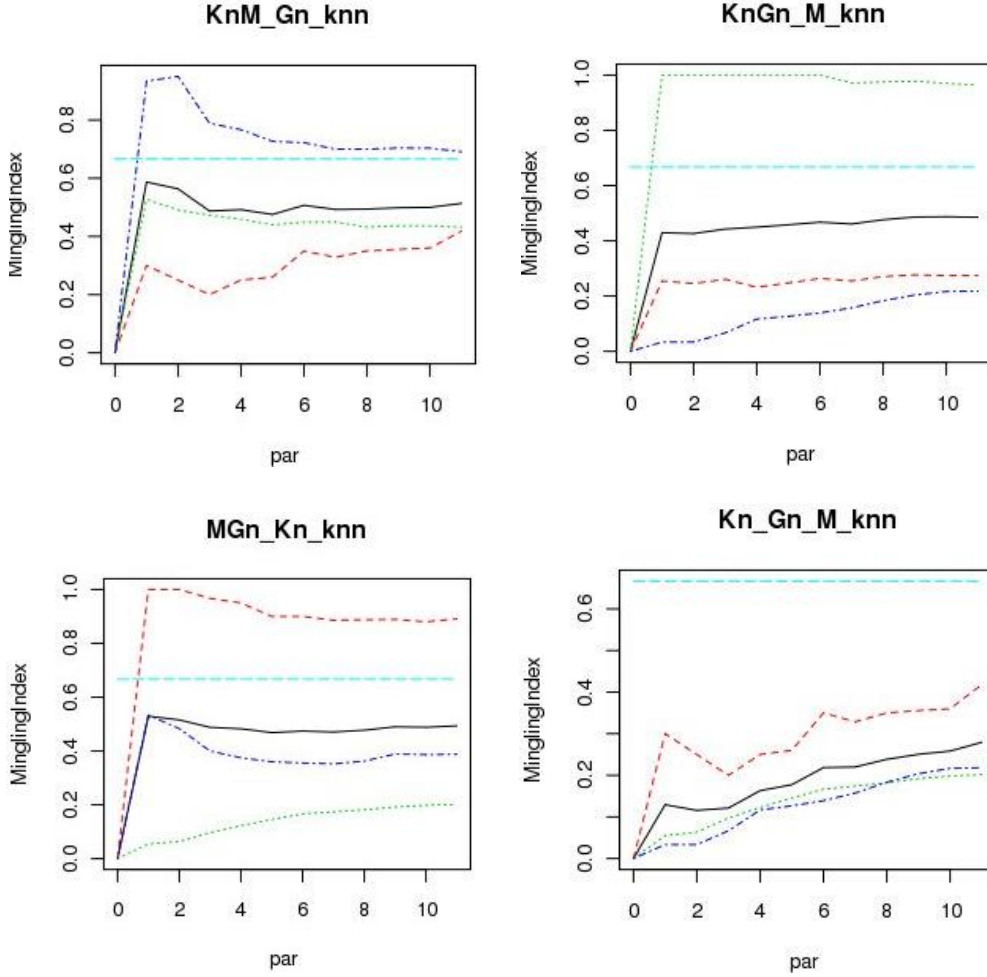
Şekil 4. Doğal meşcerenin karışım gösterge grafiği

Figure 4. Mingling index graph of measured area

Aynı yetiştirme koşullarında ağaç sayıları ve konumları değişmeden sadece tür değişimleri yapılarak oluşturulan senaryo 1, 2, 3 ve 4'ün karışımları incelendiğinde aslında dört senaryonun da farklı meşcere yapısına sahip olduğu görülmektedir. Birinci senaryoda en iyi karışım göstergesine sahip gürgen iken ikinci senaryoda

meşe, üçüncü senaryoda kayın ve dördüncü senaryoda karışmaya giren tür bulunmamaktadır. En az karışma göstergesine sahip olan türlerde senaryo

sırasına göre; kayın, gürgen ve kayın, meşe ve gürgen, bütün türlerdir.



Şekil 5. Senaryo örnek alanlarının karışma gösterge grafikleri
Figure 5. Mingling index graphs of scenarized areas

4. Tartışma ve Sonuçlar

Çalışmada ölçülen doğal meşcere örnek alanı ve ondan türetilen örnek alanların karışımlarına bakıldığında tür ve birey sayıları aynı olmasına rağmen farklı mekansal yapıya sahiptir. Klasik ormancılık terimlerine göre karışım çeşidi yatay karışım veya tepe karışımı olarak özetlenmektedir (Tablo 2). Karışım şeklinde ise farklılıklar oluşmuştur. Bu farklılıklar sayısal değerlere göre oluşturulmadığından yetersiz kalabilecektir. Belirlenen senaryolar genelde belirgin durumları içerdiğinden karışım şekli değerlendirmeleri fazla

hatalı olmayabilir. Bununla birlikte ormanlarda sayısız sıralanma (ağaç türlerinin yer seçimi) sonucunda bir çok meşcere karışımıyla karşılaşma olasılığı vardır.

Ağaç sayısı oranlarına ve 1,30 m göğüs yüzeyine göre yapılan değerlendirmeler her ne kadar sayısal veri olsa da, mekansal dağılımı içermediğinden bütün meşcereler aynı değeri almaktadır. Yukarıda nispeten mekansallığı içeren karışım şeklinde yapılan değerlendirmeden daha az bilgi içermektedir. Bu iki durum dahi mekansal değerlendirmenin ne kadar önemli olabileceğini göstermektedir. Belki de bu karışım tanımlamaları

geniş alanlarda değerlendirme yapmayı zorunlu kılan dönemler için geçerli olmakla birlikte, günümüzde değerini yavaş yavaş kaybetmektedir. Çünkü günümüzde hem bilgisayar ve istatistikte gelişmeler olmuş hem de kökenleri çok uzun dönem öncesine uzanan yeni ormancılık anlayışları gelişmiştir. Ormancılık daha dar alanda ve uzun dönemli izlemelerle elde edilen bilgilere göre şekillenmektedir. Odabaşı ve arkadaşları (2004) karışık ormanlarda doğal gençleştirmenin meşcere özelliklerinin doğru ve sağlıklı belirlenmesi ile başarılı bir şekilde gerçekleştirilebileceğini belirtmektedirler. Mekansal analiz sonucunda elde edilen veriler meşcerenin karışımına yönelik daha ayrıntılı bilgiler vermektedir. Hatta meşcere içinde bulunan farklılıkları da içermektedir. Mekansal analiz türler itibarıyla karışım değerlerini vermekte, ayrıca mesafeye ilişkilendirmektedir.

Mekansal meşcere yapısını belirlemek için öncelikle ağaçların gerçek veya göreceli koordinatları mutlaka belirlenmelidir. Bu işlemi klasik ölçme yöntemleri (şeritmetreyle ölçme, gridlere bölme, teodolit ile ölçme v.b.) ile belirlemek zor ve zaman alıcıdır. Ancak teknolojik gelişmeler ile koordinatların belirlenmesi kolay ve hızla yapılabilir olmuştur. Laser ölçüm aletleri, "totalstation" ve küresel konumlama sistemleri tek başına veya birbirini destekleyen çözümler sunmaktadır. Öte yandan sayısal uzaktan algılamaya görüntülerinde çözünürlük 0.5-1.5 m. seviyelerine ulaşmıştır ve bu çözünürlükte tekil ağaçlar görüntü analizleriyle belirlenebilmektedir. Ancak birbirine çok yakın veya komşu ağacın tepe çatısı altında kalanlar sorun olmaktadır (Stoyan, ve Penttinen 2000). Bu gibi durumlarda yersel ölçümler ile uzaktan algılama görüntüleri beraber kullanılabilir. Uzaktan algılama görüntülerinin sağladığı kolaylık ve yenilikler gözlemden gelinemeyeceği gibi ormanda yersel ölçüm yapmanın daha keyifli ve öğretici olduğu da inkar edilemez bir gerçektir.

Tür ve birey sayıları aynı olmasına rağmen farklı meşcere yapılarına (mekansal) sahip olan bu meşcerelerin diğer özellikleri de farklı olabilecektir. Örneğin kayının gruplaştığı noktasal alanlarda ölü örtü ayrışmasının güçleşeceği ve dolayısıyla buna bağlı diri örtü tür ve miktarının azalacağı öngörülebilir. Kayının gruplaşmasının az olduğu meşcerelerde kayın gövdesi daha fazla yan ışık alacağından gövdesindeki liken tür sayısı azalabilecektir. Kaldı ki kayının koyu gölgesi olduğu bilinmektedir. Meşcere içinde ki ışık dağılımını kayın bireylerinin dağılımı etkileyecektir. Ölü örtü ayrışım ürünlerine göre toprak özelliklerinin noktasal farklılaşacağını kabul edebiliriz. Belki de

alan içi farklılıkları gidermek için alt örnek sayısının artırılmasına yönelik önerilerin önemli dayanağı da buradan gelmektedir. Mekansal analizin sadece tür ve birey sayısına göre yapılan değerlendirmesinin dışında birçok değişkene göre yapılabilmektedir. Örneğin; boy, çap, yaş, örtme dereceleri veya ilişkilerine göre mekansal analiz yapılabilmektedir (Miyadokoro ve ark. 2003; Chokkalingam ve White 2000; Zhang, L. ve ark., 2004). Dolayısıyla gençleştirme, bakım, vb. uygulamaları noktasal (birey ölçeğinde) yapabileme imkanı sağlamaktadır.

Mekansal olmayan istatistik değerlendirmeleri şüphesiz ormancılık çalışmalarını için anlamlı bilgiler üretmektedir. Ancak meşcerenin mekansal yapısına yönelik bilgi üretmede yetersiz kalmaktadır. Bu ise ormanların sürekliliğini sağlamada yapılan teknik ormancılık çalışmalarını etkilemektedir. Mekansal istatistik yöntemleri ile yapılacak değerlendirmeler ile meşcere yatay ve düşey yapısı daha sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilecektir.

References

- Anthonie van Laar, Akça A., 2009.** Forest Mensuration. Springer.
- Baddeley, A., Turner, R., 2005.** Spatstat: an R package for analyzing spatial point patterns. *Journal of Statistical Software*. 12: 1-42.
- Bivand, R. 2010.** sgrass6: Interface between GRASS 6 and R. R package version 0.6-16.
- Chen, J. and G.A. Bradshaw, 1999.** Forest Structure in space: a case study of an old growth spruce-fir forest Changbaishan Natural Reserve, PR China. *Forest Ecology and Management*. 120: 219-233.
- Chokkalingam, U. and A. White, 2000.** Structure and spatial patterns of trees in old-growth northern hardwood and mixed forest of northern Maine. *Plant Ecology*. Pages: 1-22.
- Çete, H., 2000.** Türkçe - İngilizce Fiiller Sözlüğü. Reform Dil Yayınları, ISBN: 975 - 95429 - 1 - 9, 958 sayfa.
- Degenhardt, A., 1999.** Description of tree distribution patterns and their development through marked gibbs process. *Biometrical Journal*. 41 (4): 457-470.
- Duncan, R. P., 1991.** Competition and the Coexistence of Species in a Mixed Podocarp Stand. *Journal of Ecology*. 79 (4): 1073-1084.

- Fortin, M.J., M.R.T. Dale and J. Hoef, 2002.** Spatial Analysis in Ecology. Volume 4, pp 2051-2058 in Encyclopedia of Environmetrics (ISBN 0471 899976) Edited by Abdel H. El-Shaarawi and Walter W. Piegorsch John Wiley & Sons, Ltd, Chichester.
- Gangying, H., L. Li, Z. Zhonghua and D. Puxing, 2007.** Comparison of methods in analysis of the tree spatial distribution pattern. *Acta Ecologica Sinica*. 27 (11): 4717-4728.
- GRASS Development Team, 2008.** Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) Software. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://grass.osgeo.org>
- Kalıpsız, A., 1988.** Orman Hasılat Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3516, Orman Fak. Yayın No: 397.
- Kantarci, M.D., 1987.** Toprak İlimi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3444, Orman Fak. Yayın No: 387.
- Legendre, P. and L. Legendre, 1998.** Numerical Ecology. Developments in Environmental Modelling 20, Elsevier Science B.V., Amsterdam, ISBN - 0-444-89249-4.
- Marie-Josée Fortin, M. R. D., 2005.** Spatial Analysis A Guide for Ecologists. Cambridge University Press.
- Mateu, J., J. L. Uso and F. Montes, 1998.** The spatial pattern of a forest ecosystem. *Ecological Modelling*. 108: 163-174.
- Miyadokoro, T., N. Nishimura and S. Yamamoto, 2003.** Population structure and spatial patterns of major trees in a subalpine old-growth coniferous forest, central Japan. *Forest Ecology and Management*. 182: 259-272.
- Nicholas J. Lewin-Koh, Roger Bivand, M. Friendly, P. Giraudoux, D. Golicher, V. G. Rubio, P. Hausmann, T. Jagger, S. P. Luque, D. MacQueen, A. Niccolai, T. Short and B. Stabler, 2010.** mapproj: Tools for reading and handling spatial objects. R package version 0.7-34. <http://CRAN.R-project.org/package=mapproj>
- Odabaşı, T., A. Çalışkan and H.F. Bozkuş, 2004.** Silvikültür Tekniği (Silvikültür II). İstanbul Üni. Yayın No: 4459, Orman Fak. Yay. No. 475, ISBN: 975-404-702-2.
- Pommerening, A. 2002.** Approaches to quantifying forest structures. *Forestry*. 75: 305-324.
- Pretzsch, H., 2009.** Forest Dynamics, Growth and Yield: From Measurement to Model. Springer. e-ISBN: 978-3-540-88307-4.
- R Development Core Team 2010.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Saatçioğlu, F., 1971.** Orman Bakımı. İstanbul Üni. Yayın No: 1636, Orman Fak. Yayın No: 160, 303 sayfa.
- Saatçioğlu, F., 1976.** Silvikültür I. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2187, Orman Fak. Yayın No: 222.
- Stoyan, D. and A. Penttinen, 2000.** Recent Applications of Point Process Methods in Forestry Statistics. *Statistical Science*. 15 (1): 61-78.
- Tuomas, R. 2010.** spatalsegregation: Segregation measures for multitype spatial point patterns. R package version 2.13. <http://CRAN.R-project.org/package=spatalsegregation>
- Zhang, L., H. Bi, , P. Cheng, C.J. Davis, 2004.** Modeling spatial variation in tree diameter - height relationships. *Forest Ecology and Management*. 189: 317-329.