



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



DOKTORA TEZİ

**EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN PEYZAJ PLANLAMA
SÜRECİNE ENTEGRASYONU**

Pınar PAMUKÇU

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman

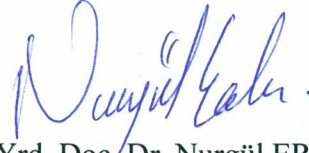
Yrd. Doç. Dr. Nurgül ERDEM

Aralık, 2015

İSTANBUL

Bu çalışma 28/12/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

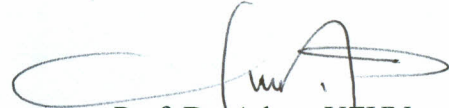
Tez Jürisi:



Yrd. Doç. Dr. Nurgül ERDEM
(Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Prof. Dr. Kamil ŞENGÖNÜL
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Prof. Dr. Adnan UZUN
Işık Üniversitesi
Mimarlık ve Tasarım Fakültesi



Prof. Dr. Yusuf SERENGİL
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Prof. Dr. Hayriye EŞBAH TUNÇAY
İstanbul Teknik Üniversitesi
Mimarlık Fakültesi

Bu alışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 35512 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Araştırmam boyunca beni her konuda destekleyen ve yönlendiren tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Nurgül ERDEM'e teşekkürlerimi sunarım. Tez süresince TÜBİTAK projesinde bursiyer ve yurt dışında araştırmacı olarak çalışmamı sağlayan, her konuda yardım ve desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Yusuf SERENGİL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Uzaktan algılama ve hidroloji modellemeleri konusunda destek ve yardımcı olan Massachusetts Üniversitesi Çevre Koruma Bölümü (University of Massachusetts Department of Environmental Conservation) öğretim üyesi Prof. Dr. Timothy O. RANDHIR'a teşekkürü bir borç bilirim. Sevgili hocalarım Prof. Dr. Hayriye EŞBAH TUNÇAY, Prof. Dr. Adnan UZUN, Prof. Dr. Kamil ŞENGÖNÜL ve Yrd. Doç. Dr. Muhittin İNAN'a başta olmak üzere, sevgili çalışma arkadaşlarım Yrd. Doç. Dr. İbrahim YURTSEVEN, Yrd. Doç. Dr. Hüseyin YURTSEVEN, Kimyager Ümit KILIÇ, Orman Yüksek Mühendisi Ufuk ÖZKAN ve Orman Mühendisi Mustafa AYTEKİN'e teşekkürlerimi sunarım. Arazi çalışmalarındaki desteklerinden dolayı Orman Yüksek Mühendisi Hayati TEKİN'e teşekkür ederim. Tüm imkânlarını kürsülerinde bana sunan ve çalışmalarına destek veren İ.Ü. Orman Fakültesi Havza Yönetimi Anabilim Dalı ve Ölçme Bilgisi ve Kadastro Anabilim Dalı öğretim üyelerine ayrıca teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarında ve planlarımda bana yön gösteren, yardım eden ve destek veren Jasper ALBERS'e teşekkür ederim. Bugüne kadar hayatımın her aşamasında olduğu gibi araştırmam boyunca da ellerinden gelen tüm gayreti göstererek yanımda olan canım aileme sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışmayı TÜBİTAK-ÇAYDAG 112Y096 numaralı projesi ve TÜBİTAK-BİDEB 2214-A - Yurt Dışı Doktora Sırası Araştırma burs programı (1059B141300853) ile destekleyen TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Aralık, 2015

Pınar PAMUKÇU

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	xi
SİMGE VE KISALTIMA LİSTESİ	xiv
ÖZET	xviii
SUMMARY	xx
1. GİRİŞ.....	1
1.1. ARAŞTIRMANIN AMACI	3
1.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI.....	4
2. GENEL KISIMLAR	7
2.1. EKOSİSTEM HİZMETLERİ.....	7
2.1.1. Ekosistem Hizmetlerinin Sınıflandırılması.....	8
2.1.1.1. Kaynak sağlayan hizmetler	11
2.1.1.2. Düzenleyici hizmetler	13
2.1.1.3. Destekleyici hizmetler	16
2.1.1.4. Kültürel hizmetler.....	16
2.1.2. Ekosistem Hizmetlerinin Sayısallaştırılmasına Dair Yaklaşım ve Yöntemler.....	17
2.2. PEYZAJ PLANLAMA SÜRECİ, YAKLAŞIMLARI VE YÖNTEMLERİ.....	20
2.3. PEYZAJ STRÜKTÜRÜ İLE EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN İLİŞKİSİ.....	27
3. MALZEME VE YÖNTEM	40
3.1. ARAŞTIRMA ALANI BİYOFİZİKSEL VE KÜLTÜREL ÖZELLİKLER	41
3.1.1. Topografik Yapı.....	41
3.1.2. Hidrolojik Yapı	45
3.1.3. Toprak Yapısı	46
3.1.4. İklim.....	49
3.1.6. Bitki Örtüsü.....	51
3.1.7. Korunan Alanlar	52

3.1.9. Sosyo-Kültürel Çevre ve Demografik Yapı.....	53
3.2. ARAZİ SINIFLANDIRMASI VE DOĞRULUK ANALİZLERİ	55
3.3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	56
3.4. EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN SAYISALLAŞTIRILMASI	57
3.4.1. Su Üretimi Hizmetinin Hesaplanması	58
3.4.1.1. Fizyografik ve hidrolojik karakteristiklerin belirlenmesi	59
3.4.1.2. Su veriminin hesaplanması	60
3.4.1.3. Su kalitesinin belirlenmesi	61
3.4.1.4. Sel ve taşkın riskinin hesaplanması.....	65
3.4.2. Toprak Koruma Hizmetinin Hesaplanması	67
3.4.3. Karbon Tutumu Hizmetinin Hesaplanması	70
3.4.3.1. Arazide toprak ve vejetasyon örneklemeleri ve analizleri	70
3.4.3.2. Arazi kullanımlarının karbon tutumunun hesaplanması.....	72
3.4.3.3. Geçirimsiz yüzey yoğunluğuna göre karbon tutumu.....	73
3.5. PEYZAJ DESEN ANALİZİ.....	73
3.5.1. Peyzaj Desen Metrikleri.....	77
3.5.2. Peyzaj Strüktürünün Belirlenmesi	78
3.6. PEYZAJ DESEN ANALİZİNİN EKOSİSTEM HİZMETLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	80
4. BULGULAR	82
4.1. ÇALIŞMA ALANI ARAZİ KULLANIMI	82
4.2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SICAKLIK, YAĞIŞ VE AKIŞA ETKİSİ	86
4.3. ÇALIŞMA ALANINDAKİ EKOSİSTEM HİZMETLERİ	90
4.3.1. Su Üretimi Hizmeti	90
4.3.1.1. Su verimi.....	93
4.3.1.2. Su kalitesi	96
4.3.1.3. Sel ve taşkın riski.....	105
4.3.2. Toprak Koruma Hizmeti	108
4.3.3. Karbon Tutumu Hizmeti	112
4.4. ÇALIŞMA ALANININ PEYZAJ STRÜKTÜRÜ	122
4.4.1. Ünite Düzeyinde Peyzaj Metriklerine Dair Bulgular	122
4.4.2. Sınıf Düzeyinde Peyzaj Metriklerine Dair Bulgular.....	123
4.4.2.1. Alan-kenar metrikleri bakımından bulgular	123
4.4.2.2. Kümelenme metrikleri bakımından bulgular	127

4.5. PEYZAJ STRÜKTÜRÜNÜN EKOSİSTEM HİZMETLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ	131
4.5.1. Peyzaj Strüktürünün Su Üretim Hizmetine Etkileri	134
4.5.1.1. Peyzaj strüktürünün su verimi ile ilişkisi	134
4.5.1.2. Peyzaj strüktürünün su kalitesi ile ilişkisi.....	140
4.5.1.3. Peyzaj strüktürünün sel-taşkın riski ile ilişkisi.....	152
4.5.2. Peyzaj Strüktürünün Toprak Koruma Hizmetine Etkileri	156
4.5.3. Peyzaj Strüktürünün Karbon Tutumu Hizmetine Etkileri	162
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	190
5.1. EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN NİCEL DEĞERLERİ.....	190
5.2. PEYZAJ STRÜKTÜRÜNÜN EKOSİSTEM HİZMETLERİ İLE BİRLİKTE DEĞERLENDİRİLMESİ	198
KAYNAKLAR	213
EKLER.....	229
ÖZGEÇMİŞ.....	252

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Peyzaj ekolojisi ve ekolojik planlama arasındaki bağlantı.....	24
Şekil 2.2: Ekolojik planlama uygulaması: Çoklu yaklaşım.....	25
Şekil 3.1: Çalışma akış diyagramı.....	40
Şekil 3.2: Çalışma alanının coğrafi konumu.....	41
Şekil 3.3: Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli.....	42
Şekil 3.4: Çalışma alanı eğim grupları (%) haritası.....	43
Şekil 3.5: Çalışma alanı bakı grupları haritası.....	44
Şekil 3.6: Çalışma alanının hidrolojik yapısı.....	45
Şekil 3.7: Büyük toprak grupları.....	47
Şekil 3.8: Diğer toprak özellikleri.....	48
Şekil 3.9: Arazi kullanım kabiliyet sınıfları.....	49
Şekil 3.10: İstasyonlara ait iklim diyagramları.....	50
Şekil 3.11: Yıllık PET değerlerinin ortalama yağıştan düşük olduğu yerler.....	51
Şekil 3.12: Çalışma alanındaki meşcere tipleri.....	52
Şekil 3.13: Çalışma alanındaki korunan alanlar.....	53
Şekil 3.14: Yerleşim merkezlerine ait nüfus dağılımı.....	55
Şekil 3.15: Konsantrasyonun senaryolardaki değişimi.....	57
Şekil 3.16: Çalışma alanı için belirlenen alt havzalar.....	59
Şekil 3.17: Su örneği alınan dere noktaları.....	64
Şekil 3.18: Toprak ve vejetasyon noktalarının örnekleme.....	71
Şekil 3.19: Toprak ve vejetasyon örneği alınan noktalar.....	71
Şekil 3.20: Mekânsal dönüşüm süreçleri karar ağacı.....	74
Şekil 4.1: Arazi kullanımları.....	82

Şekil 4.2: İstasyonların sıcaklık ve yağış eğilimleri	86
Şekil 4.3: Malava Deresi akış eğilimleri	87
Şekil 4.4: Senaryolara göre sıcaklık ve yağış projeksiyonları	88
Şekil 4.5: Sıcaklık ve yağış projeksiyonları	89
Şekil 4.6: Arazi kullanımlarına göre su verimi	93
Şekil 4.7: Alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre su verimi	94
Şekil 4.8: Örneklenen havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre elektriksel iletkenlik ve askıdaki toplam katı madde miktarı.....	97
Şekil 4.9: Arazi kullanımlarına göre toplam Azot (TN) değerleri	98
Şekil 4.10: Arazi kullanımlarına göre toplam Fosfor (TP) değerleri.....	99
Şekil 4.11: Arazi kullanım yoğunluklarına göre kimyasal kirlilik parametreleri	100
Şekil 4.12: Alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre 50 yıllık pik akımlar	107
Şekil 4.13: Sel-taşkın risk haritası	107
Şekil 4.14: RUSLE modeli faktörleri	109
Şekil 4.15: RUSLE toprak kaybı haritası	110
Şekil 4.16: Arazi kullanımlarının yıllık toprak kaybı haritası	110
Şekil 4.17: Alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre yıllık toprak kaybı değerleri ..	111
Şekil 4.18: Arazi kullanımlarına göre hesaplanan ölü örtü karbon tutumu	113
Şekil 4.19: Alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre ölü örtü karbon tutumu	113
Şekil 4.20: Arazi kullanımlarına göre hesaplanan toprak üstü biyokütle karbon tutumu.....	114
Şekil 4.21: Alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre toprak üstü karbon tutumu.....	115
Şekil 4.22: Arazi kullanımlarına göre hesaplanan toprak altı biyokütle karbon tutumu	116
Şekil 4.23: Alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre toprak altı karbon tutumu	116
Şekil 4.24: Arazi kullanımlarına göre hesaplanan topraktaki karbon tutumu	118
Şekil 4.25: Alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre toprak karbon tutumu	118
Şekil 4.26: Gridlerin geçirimsiz yüzey alanları	119
Şekil 4.27: Geçirimsiz yüzey yoğunluğuna göre hesaplanan karbon tutumları	120
Şekil 4.28: Gridlere göre karbon yoğunluğu	121

Şekil 4.29: Ünite düzeyinde alan dağılımı.	122
Şekil 4.30: Ünite düzeyinde en yakın komşu mesafesi.	122
Şekil 4.31: İbrelili ağaçlar/orman alanları alan dağılımı.	124
Şekil 4.32: Mera alanları alan dağılımı.	124
Şekil 4.33: Yapraklı ağaçlar/orman alanları alan dağılımı.	125
Şekil 4.34: Tarım alanları alan dağılımı.	126
Şekil 4.35: Geçirimsiz alanlar alan dağılımı	126
Şekil 4.36: Su yüzeyleri alan dağılımı.....	127
Şekil 4.37: İbrelili ağaçlar/orman alanları ortalama en yakın komşunun mesafesi.	128
Şekil 4.38: Mera alanlarının ortalama en yakın komşunun mesafesi.	129
Şekil 4.39: Yapraklı ağaçlar/orman alanları ortalama en yakın komşunun mesafesi.	129
Şekil 4.40: Tarım alanları ortalama en yakın komşunun mesafesi.	130
Şekil 4.41: Geçirimsiz alanlarda ortalama en yakın komşunun mesafesi.	130
Şekil 4.42: Su yüzeylerinde ortalama en yakın komşunun mesafesi.....	131
Şekil 4.43: Alt havzalarda arazi kullanımlarında su verimi ve PLAND arasındaki ilişki.	135
Şekil 4.44: Alt havzalarda arazi kullanımlarında su verimi ve LPI arasındaki ilişki.	135
Şekil 4.45: Su veriminin en düşük (<i>K17</i>) ve en yüksek (<i>K21</i>) olduğu havzalarda alan dağılımları.....	136
Şekil 4.46: Alt havzalarda arazi kullanımlarında su verimi ve ENN_MN arasındaki ilişki.....	137
Şekil 4.47: Alt havzalarda arazi kullanımlarında su verimi ve AI arasındaki ilişki.	138
Şekil 4.48: Su veriminin en düşük olduğu havzada (<i>K17</i>) orman alanları için en yakın komşunun mesafesi.	139
Şekil 4.49: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Azot ve PLAND arasındaki ilişki. ...	141
Şekil 4.50: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Fosfor ve PLAND arasındaki ilişki.	141
Şekil 4.51: Alt havzalarda arazi kullanımlarında askıdaki toplam katı madde miktarı ve PLAND arasındaki ilişki.	142
Şekil 4.52: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Azot ve LPI arasındaki ilişki.	142
Şekil 4.53: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Fosfor ve LPI arasındaki ilişki.....	143
Şekil 4.54: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam katı madde miktarı ve LPI arasındaki ilişki.....	143

Şekil 4.55: Toplam Azot'un en düşük (<i>K17</i>) ve en yüksek (<i>K21</i>) olduğu havzalarda alan dağılımları.....	144
Şekil 4.56: Toplam Fosfor'un en düşük (<i>K17</i>) ve en yüksek (<i>K21</i>) olduğu havzalarda alan dağılımları.....	145
Şekil 4.57: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Azot ve PD arasındaki ilişki.	146
Şekil 4.58: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Fosfor ve PD arasındaki ilişki.....	146
Şekil 4.59: Alt havzalarda arazi kullanımlarında askıdaki toplam katı madde miktarı ve PD arasındaki ilişki.....	147
Şekil 4.60: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Azot ve ENN_MN arasındaki ilişki.	147
Şekil 4.61: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Fosfor ve ENN_MN arasındaki ilişki.	148
Şekil 4.62: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Azot ve AI arasındaki ilişki.	149
Şekil 4.63: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Fosfor ve AI arasındaki ilişki.	149
Şekil 4.64: Toplam Azot'un en düşük olduğu havzada (<i>K17</i>) yapraklı ağaçlar/orman alanları için en yakın komşunun mesafesi.	150
Şekil 4.65: Toplam Fosfor'un en düşük olduğu havzada (<i>K17</i>) yapraklı ağaçlar/orman alanları için en yakın komşunun mesafesi.	151
Şekil 4.66: Alt havzalarda arazi kullanımlarında 50 yıllık pik akım ve PLAND arasındaki ilişki.	153
Şekil 4.67: Alt havzalarda arazi kullanımlarında 50 yıllık pik akım ve LPI arasındaki ilişki... ..	153
Şekil 4.68: Sel-taşkın riskinin en yüksek olduğu mera havzasında (<i>S4</i>) mera alanlarının alan dağılımı.....	154
Şekil 4.69: Alt havzalarda arazi kullanımlarında 50 yıllık pik akım ve ENN_MN arasındaki ilişki.	155
Şekil 4.70: Alt havzalarda arazi kullanımlarında 50 yıllık pik akım ve AI arasındaki ilişki.....	156
Şekil 4.71: Alt havzalarda arazi kullanımlarında yıllık toprak kaybı ve PLAND arasındaki ilişki.	157
Şekil 4.72: Alt havzalarda arazi kullanımlarında yıllık toprak kaybı ve LPI arasındaki ilişki..	158
Şekil 4.73: Toprak koruma hizmetinin en yüksek olduğu yapraklı ağaçlar/orman alanları havzasında (<i>K17</i>) alan dağılımı.	159
Şekil 4.74: Toprak koruma hizmetinin en düşük olduğu havzada (<i>S1</i>) tarım alanlarının alan dağılımı.....	160
Şekil 4.75: Alt havzalarda arazi kullanımlarında yıllık toprak kaybı ve ENN_MN arasındaki ilişki.	161

Şekil 4.76: Alt havzalarda arazi kullanımlarında yıllık toprak kaybı ve AI arasındaki ilişki....	162
Şekil 4.77: Toprak koruma hizmetinin en düşük olduğu mera havzasında (S2) en yakın komşunun mesafesi.	163
Şekil 4.78: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak karbon tutumu ve PLAND arasındaki ilişki.....	164
Şekil 4.79: Alt havzalarda arazi kullanımlarında ölü örtü karbon tutumu ve PLAND arasındaki ilişki.....	165
Şekil 4.80: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak altı ve toprak üstü karbon tutumu ve PLAND arasındaki ilişki.	165
Şekil 4.81: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak karbon tutumu ve LPI arasındaki ilişki.	166
Şekil 4.82: Alt havzalarda arazi kullanımlarında ölü örtü karbon tutumu ve LPI arasındaki ilişki.	166
Şekil 4.83: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak altı ve toprak üstü karbon tutumu ve LPI arasındaki ilişki.....	167
Şekil 4.84: Toprak karbon tutumunun en yüksek olduğu havzada (S9) ibreli ağaçlar/orman alanlarının alan dağılımı.	169
Şekil 4.85: Toprak karbon tutumunun en yüksek olduğu yapraklı orman havzasında (K17) yapraklı ağaçlar/orman alanlarının alan dağılımı.	170
Şekil 4.86: Toprak karbon tutumunun en düşük olduğu havzada (K21) geçirimsiz alanların alan dağılımı.	171
Şekil 4.87: Ölü örtü karbon tutumunun en yüksek olduğu havzada (S9) ibreli ağaçlar/orman alanlarının alan dağılımı.	172
Şekil 4.88: Ölü örtü karbon tutumunun en yüksek olduğu yapraklı orman havzasında (K17) yapraklı ağaçlar/orman alanlarının alan dağılımı.	173
Şekil 4.89: Ölü örtü karbon tutumunun en düşük olduğu tarım havzasında (S3) tarım alanlarının alan dağılımı.	174
Şekil 4.90: Ölü örtü karbon tutumunun en düşük olduğu havzada (K21) geçirimsiz alanların alan dağılımı.	175
Şekil 4.91: Toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbon tutumunun en yüksek olduğu havzada (K17) yapraklı ağaçlar/orman alanlarının alan dağılımı.	176
Şekil 4.92: Toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbon tutumunun en düşük olduğu mera havzasında (S2) alan dağılımı.	177
Şekil 4.93: Toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbon tutumunun en düşük olduğu tarım havzasında (S3) alan dağılımı.	178
Şekil 4.94: Toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbon tutumunun en düşük olduğu havzada (K21) geçirimsiz alanların alan dağılımı.	179

Şekil 4.95: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak karbon tutumu ve ENN_MN arasındaki ilişki.....	180
Şekil 4.96: Alt havzalarda arazi kullanımlarında ölü örtü karbon tutumu ve ENN_MN arasındaki ilişki.....	180
Şekil 4.97: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak altı ve toprak üstü karbon tutumu ve ENN_MN arasındaki ilişki.....	181
Şekil 4.98: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak karbon tutumu ve AI arasındaki ilişki.....	181
Şekil 4.99: Alt havzalarda arazi kullanımlarında ölü örtü karbon tutumu ve AI arasındaki ilişki.....	182
Şekil 4.100: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak altı ve toprak üstü karbon tutumu ve AI arasındaki ilişki.....	182
Şekil 4.101: Toprak karbon tutumunun en yüksek olduğu yapraklı orman havzasında (<i>K17</i>) en yakın komşunun mesafesi.....	184
Şekil 4.102: Toprak karbon tutumunun en düşük olduğu tarım havzasında (<i>S1</i>) en yakın komşunun mesafesi.....	185
Şekil 4.103: Ölü örtü karbon tutumunun en yüksek olduğu yapraklı orman havzasında (<i>K17</i>) en yakın komşunun mesafesi.....	186
Şekil 4.104: Ölü örtü karbon tutumunun en düşük olduğu tarım havzasında (<i>S1</i>) en yakın komşunun mesafesi.....	187
Şekil 4.105: Ölü örtü karbon tutumunun en düşük olduğu mera havzasında (<i>S2</i>) en yakın komşunun mesafesi.....	188
Şekil 4.106: Toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbon tutumunun en yüksek olduğu havzada (<i>K17</i>) en yakın komşunun mesafesi.....	189

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1: Ekosistem hizmetleri sınıflandırması.	8
Tablo 2.2: Peyzaj uygunluk yaklaşımları ve yöntemleri (Ndubisi, 2002).	22
Tablo 2.3: Su üretim hizmeti su kalitesi iyileştirme değerlendirme kriterleri ve potansiyel peyzaj desen metrikleri.	29
Tablo 2.4: Toprak koruma ekosistem hizmeti değerlendirme kriterleri ve potansiyel peyzaj desen metrikleri.	36
Tablo 2.5: Karbon tutumu ekosistem hizmeti değerlendirme kriterleri ve potansiyel peyzaj desen metrikleri.	38
Tablo 3.1: Çalışma alanına ait yükseklik grupları alansal ve oransal dağılımı.	42
Tablo 3.2: Çalışma alanına ait eğim grupları alansal ve oransal dağılımı.	43
Tablo 3.3: Çalışma alanına ait bakı grupları alansal ve oransal dağılımı.	44
Tablo 3.4: Yerleşim merkezlerinin nüfusları.	54
Tablo 3.5: Ekosistem hizmetlerinin değerlendirme kriterleri ve indikatörleri.	58
Tablo 3.6: Arazi kullanımlarına göre Azot ve Fosfor için atmosferik birikim değerleri.	65
Tablo 3.7: Arazi kullanımlarına göre Azot ve Fosfat için akışla çıkış değerleri.	65
Tablo 3.8: Alt havzaların WinTR-55 le akış simülasyonunda kullanılan parametreler.	66
Tablo 3.9: Yağış erozivite indeksinin hesaplanması.	68
Tablo 3.10: K faktörü değerleri.	69
Tablo 3.11: C faktörü değerleri.	70
Tablo 3.12: Toprak altı ve toprak üstü karbon hesabı BCEF katsayıları (IPCC, 2006).	72
Tablo 3.13: Peyzaj desen analizi için sınıf tablosu.	79
Tablo 3.14: Ekosistem hizmetleri için değerlendirilen metrikler.	79
Tablo 4.1: Hata matrisi.	83
Tablo 4.2: Doğruluk değerleri.	83

Tablo 4.3: Arazi kullanımı alansal ve oransal dağılımı.	84
Tablo 4.4: Alt havzalara ait arazi kullanımlarının alanları ve yoğunlukları.	85
Tablo 4.5: Alt havzaların fiziksel özellikleri.	90
Tablo 4.6: Alt havzalara ait hidrolojik karakteristikler.	92
Tablo 4.7: Alt havzaların su verimleri.	94
Tablo 4.8: Tutulan su miktarı (yağış - akış).	95
Tablo 4.9: Alt havzalarda tutulan su miktarları.	96
Tablo 4.10: Su örnekleme noktalarından alınan örneklerin analiz sonuçları.	97
Tablo 4.11: Alt havzaların toplam Azot ve toplam Fosfor değerleri.	100
Tablo 4.12: Alt havzaların TR-55 le akış simülasyon puanlama sonuçları.	106
Tablo 4.13: Arazi kullanımlarının yıllık toprak kaybı değerleri.	111
Tablo 4.14: Alt havzaların yıllık toprak kayıpları.	112
Tablo 4.15: Arazi kullanımlarının birim alandaki karbon tutumları.	112
Tablo 4.16: Alt havzaların ölü örtü karbon tutumları.	114
Tablo 4.17: Alt havzaların toprak üstü biyokütle karbon tutumları.	115
Tablo 4.18: Alt havzaların toprak altı biyokütle karbon tutumları.	117
Tablo 4.19: Alt havzaların toprak karbon tutumları.	119
Tablo 4.20: Farklı kentleşme yoğunlukları için hesaplanmış karbon tutumları.	121
Tablo 4.21: Arazi kullanımlarında değerlendirilen sınıf düzeyinde alan-kenar metrikleri.	123
Tablo 4.22: Arazi kullanımlarında kümelenme metrikleri.	127
Tablo 4.23: Değerlendirilen metriklerin istatistiki verileri.	132
Tablo 4.24: Fiziksel su kalite parametreleri için değerlendirilen metriklerin istatistiki verileri.	133
Tablo 4.25: Su verimi değerleri ve sınıf metrikleri arasındaki korelasyon.	134
Tablo 4.26: Su kalitesi değerleri ve sınıf metrikleri arasındaki korelasyon.	140
Tablo 4.27: Sel-taşkın riski değerleri ve sınıf metrikleri arasındaki korelasyon.	152
Tablo 4.28: Toprak koruma değerleri ve sınıf metrikleri arasındaki korelasyon.	156
Tablo 4.29: Karbon tutum değerleri ve sınıf metrikleri arasındaki korelasyon.	164

Tablo 5.1: Ekosistem hizmet değerlerinin alt havzalara göre dağılımı.....	190
Tablo 5.2: Peyzaj strüktürünün su üretimi hizmeti üzerindeki etkileri.....	199
Tablo 5.3: Peyzaj strüktürünün toprak koruma hizmeti üzerindeki etkileri.....	206
Tablo 5.4: Peyzaj strüktürünün karbon hizmeti üzerindeki etkileri.....	209

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
<i>A</i>	: Toplam alan
<u><i>A</i></u>	: Yıllık ortalama toprak kaybı (ton/ha)
<i>Al</i>	: Alüminyum
BOD	: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı
BOD₅	: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (5 günlük)
BOD₇	: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (7 günlük)
cm	: Santimetre
C	: Karbon
<u><i>C</i></u>	: Bitkisel ürün (bitki amenajman) faktörü
Cd	: Kadmiyum
Cl⁻	: Klorür
CO₂	: Karbondioksit
COD	: Kimyasal oksijen ihtiyacı
COD_{Mn}	: Kimyasal oksijen ihtiyacı – Mangan
COD_{KMnO₄}	: Kimyasal oksijen ihtiyacı - Potasyum permanganat
dm	: Kuru madde (dry matter)
D_s	: Dere sıklığı-frekansı
D_y	: Drenaj yoğunluğu
DN	: Örneklenen su noktaları
E	: Yağışın toplam enerjisi
E_g	: Yağışın kinetik enerjisi
E_u	: Birim kinetik enerji
F	: Tutulan su miktarı
Fe	: Demir
g	: Gram
h	: Yağış miktarı
H₀	: Sıfır hipotez (Null hypothesis)
H_A	: Diğer hipotez (Alternate hypothesis)
ha	: Hektar
hm³	: Hektometreküp
I	: Yağış intensitesi
I_a	: Toprağın yağış öncesi doygunluğu
I₃₀	: 30 dakikalık en yüksek yağışın şiddeti
km²	: Kilometrekare
<u>K</u>	: Toprak erodobilite faktörü
KMnO₄	: Potasyum permanganat
L	: Nehirlerin toplam uzunluğu
<u>L</u>	: Yamaç uzunluğu (arazi eğim uzunluğu) faktörü
L	: Litre
m	: Metre
m²	: Metrekare

m³	: Metreküp
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
N	: Örneklenen toprak noktaları
N	: Azot
N_n	: n derecedeki derelerin sayısı
N_{n+1}	: n+1 derecedeki derelerin sayısı
N_s	: Dere sayısı
N_T	: Derelerin toplam sayısı
NH₃-N	: Amonyak Azotu
NH₄-N	: Amonyum Azotu
NO_x-N	: Azot oksit Azotu
NO₂-N	: Nitrit Azotu
NO₃-N	: Nitrat Azotu
P	: Maksimum yağış değeri
<u>P</u>	: Toprak koruma önlemleri faktörü
P	: Fosfor
Pb	: Kurşun
PO₄	: Fosfat
PO₄-P	: Fosfat Fosforu
Pr	: Sentetik kirlilik indeksi
Q	: Akış
R²	: r kare, determinasyon katsayısı (R-squared)
R_B	: Çatallanma oranı (Bifurcation ratio)
<u>R</u>	: Yağış erozivite (erozyon) indeksi
S	: Toprağın maksimum su tutma kapasitesi
<u>S</u>	: Eğim (arazi eğim derecesi) faktörü
SS	: Standart sapma
sn	: Saniye
SO₄	: Sülfat
SiO₄	: Silikat
t	: Yağış süresi
Tc	: Konsantrasyon zamanı
Zn	: Çinko
°C	: Santigrad derece
μS	: MikroSiemens
€	: Avro (Euro)
σ	: Standart sapma
<u>x̄</u>	: Ortalama

Kısaltmalar	Açıklama
--------------------	-----------------

BCEF	: Biyokütle Dönüşüm ve Gelişme Faktörleri
CICES	: The Common International Classification of Ecosystem Services
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CN	: Curve Number
COD	: Kimyasal oksijen ihtiyacı
CORINE	: Coordination of Information on the Environment
DSİ	: Devlet Su İşleri

EC	: Elektriksel iletkenlik
ET	: Evapotranspirasyon
GCM	: Genel Sirkülasyon Modeli (General Circulation Model)
GPS	: Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System)
HadGEM2-ES	: Hadley Centre Global Environment Model version 2 – Earth System
IDW	: Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon (Inverse Distance Weighted)
KÖD	: Korelasyon önemli değil
MA	: Binyıl Ekosistem Değerlendirme Raporu (Millennium Ecosystem Assessment)
MD	: Mevcut değil
NRCS	: The National Resources Conservation Service Capability System
NTU	: Nephelometric Turbidity Units
PDA	: Peyzaj Desen Analizi
PET	: Potansiyel Evapotranspirasyon
RUSLE	: Modifiye üniversal toprak kaybı denklemi (Revised Universal Soil Loss Equation)
TDS	: Toplam çözülmüş katı maddeler
TN	: Toplam Azot
TP	: Toplam Fosfor
UA	: Uzaktan algılama
USLE	: Üniversal toprak kaybı denklemi (Universal Soil Loss Equation)

Peyzaj metrik kısaltmaları Açıklama

AI	: Kümelenme indeksi (aggregation index)
AREA	: Alan (area)
CAI_MN	: Ortalama çekirdek alan indeksi (mean core area index)
COHESION	: Bağıntı indeksi (patch cohesion index)
CONTAG	: Yayılma indeksi (contagion index)
DCAD	: Ayrı çekirdek alan yoğunluğu (disjunct core area density)
DIVISION	: Peyzaj bölünme indeksi (landscape division index)
ED	: Kenar yoğunluğu (edge density)
ENN	: En yakın komşu mesafesi (euclidean nearest neighbor distance)
ENN_MN	: Ortalama en yakın komşu mesafesi (mean euclidean nearest neighbor distance)
FRAC	: Oransal kırılma boyut indeksi (fractal dimension index)
GYRATE_SD	: Dönme yarıçapı standart sapma (radius of gyration standard deviation)
GYRATE_MN	: Ortalama dönme yarıçapı (mean radius of gyration)
HRU	: Hydrological response unit
IJI	: Serpişme ve bitişiklik indeksi (interspersion juxtaposition index)
LDI	: Peyzaj gelişme yoğunluğu indeksi (Landscape development intensity index)
LPI	: En büyük ünite indeksi (largest patch index)
LSI	: Peyzaj şekil indeksi (landscape shape index)
MPS	: Ortalama ünite büyüklüğü (mean patch size)
MSIDI	: Simpson'ın modifiye çeşitlilik indeksi (modified Simpson's diversity index)

MSIEI	: Simpson'ın modifiye eşitlik çeşitlilik indeksi (modified Simpson's evenness index)
NP	: Ünite sayısı (number of patches)
PAFRAC	: Çevre-alan kırılma boyut indeksi (perimeter-area fractal dimension)
PD	: Ünite yoğunluğu (patch density)
PLAND	: Peyzaj alan yüzdesi (percentage of landscape)
PRD	: Ünite zenginlik yoğunluğu (patch richness density)
PSCOV	: Ünite büyüklüğü varyasyon katsayısı (patch size coefficient of variation)
RPR	: İlgili ünite zenginliği
TCA	: Toplam çekirdek alan (total core area)
TECI	: Toplam kenar kontrast indeksi (total edge contrast index)
SHAPE	: Şekil indeksi (shape index)
SHAPE_MN	: Ortalama şekil indeksi (mean shape index)
SHDI	: Shannon'ın çeşitlilik indeksi (Shannon's diversity index)
SHEI	: Shannon'ın eşitlik indeksi (Shannon's evenness index)
SHLI	: Eğim-HRU peyzaj indeksi (slope-HRU landscape index)

Algoritma kısaltmaları Açıklama

A	: Toplam peyzaj alanı (m ²)
a_{ij}	: <i>ij</i> ünitesinin alanı (m ²)
g_{ii}	: Single-count yöntemine bağlı <i>i</i> ünite tiplerinin (sınıfların) piksel değerleri
h_{ij}	: <i>ij</i> ünitesinden aynı tip (sınıf) en yakın komşu üniteye olan uzaklık (m) (ünitenin kenarından-kenarına olan mesafeye bağlıdır, hücre merkezinden hücre merkezine hesaplanır)
max-g_{ii}	: Single-count yöntemine bağlı <i>i</i> ünite tiplerinin (sınıfların) piksel değerleri arasında benzer çevrenin maksimum sayısı
n_i	: <i>i</i> ünite tipinin (sınıfının) peyzajındaki ünitelerinin sayısı
P_i	: <i>i</i> ünite tipinin (sınıf) peyzajdaki oranı

ÖZET

DOKTORA TEZİ

EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN PEYZAJ PLANLAMA SÜRECİNE ENTEGRASYONU

Pınar PAMUKÇU

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nurgül ERDEM

Günümüzde insanların ekosistemler üzerindeki artmaya başlayan olumsuz etkileri, doğal kaynakların “sürdürülebilir” kullanımına önemli derecede zarar vermektedir. Bu amaçla, fiziksel planlama kararları verilirken, ekolojinin temel esasları doğrultusunda ekosistemlerin koruma ve kullanma açısından sürdürülebilirliği çerçevesinde geliştirilen metotların özellikle arazi planlama çalışmalarına dâhil edilmesi gerekmektedir.

2050 yılında dünya nüfusunun üçte ikisinden fazlasının kentlerde yaşıyor olacağı tahmin edilmektedir (United Nations, 2010). Bu veriden halen %50 civarında olan küresel kentleşme yüzdesinin önümüzdeki yıllarda artacağı anlaşılmaktadır. Kentler yayılırken en büyük değişimlerin, kent alanlarının yakın çevresinde yer alan kırsal alanlarda olduğu bilinmektedir. Kırsal bölgelerin kent alanlarına dönüşmesi, ekolojik açıdan ele alınmalı ve sürdürülebilirlik yönünden değerlendirilmelidir. Aksi takdirde İstanbul örneğinde de görüldüğü gibi kentsel yapıda; planlı-plansız oluşan yeşil alanlar (park, orman, mera vb.), sel-taşkın, su kirliliği ve erozyon gibi çevresel sorunlar ile doğal yaşamın büyük ölçüde ortadan kalktığı “sorunlu kentsel alanlar” meydana gelmekte ve bu alanların sürdürülebilirliği sağlanamamaktadır.

Doğal çevre tarafından sağlanan ve insanların sosyo-ekonomik gelişimi ile yaşamsal faaliyetleri için hayati önem taşıyan hizmetler olarak tanımlanan ekosistem hizmetleri; İstanbul gibi heterojen topografya özelliklerine sahip olan bir kentte; düzenleyici (örn.

sel-taşkın kontrolü), kaynak sağlayan (örn. su üretimi), kültürel (örn. rekreasyon) ve destekleyici (su ve besin maddesi döngüleri) birçok hizmeti farklı oranlarda insanlara sunmaktadır. Ekosistem hizmetlerinin ölçülebilirliği, sayısallaştırılması, entegrasyonu ve son olarak da planlama süreçlerine dâhil edilmesini temel alan “Sürdürülebilir arazi planlama çalışmalarını destekleyecek bir iklim değişikliği-ekosistem hizmetleri yazılımının geliştirilmesi” başlıklı TÜBİTAK-ÇAYDAG 112Y096 numaralı proje ile paralel olarak çalışmaların devam ettiği bu tez çalışmasında farklı arazi kullanımlarında ekosistem hizmetleri için detaylı ve sayısal anlamda modeller geliştirilmeye çalışılarak peyzaj planlama sürecine entegre edilmesi amaçlanmıştır.

“Ekosistem Hizmetlerinin Peyzaj Planlama Sürecine Entegrasyonu” başlıklı bu çalışmada ilgili çalışma alanındaki sayısallaştırılan ekosistem hizmetlerinin (su üretimi, toprak koruma ve karbon tutumu) peyzaj planlama sürecine entegrasyonu ile ilgili olarak daha kapsamlı ve detaylı değerlendirebilme amacıyla; alanın biyofiziksel ve kültürel özelliklerinin belirlenmesi, arazi kullanımlarının sınıflandırılması, arazi kullanımları için doğruluk analizlerinin uygulanması, iklim değişikliğinin değerlendirilmesi, rasgele seçilen fakat alanın tamamı hakkında fikir verecek örnekleme noktalarından toprak, su ve vejetasyon örneklerinin alınması, değerlendirilen her bir ekosistem hizmetinin arazi kullanımlarına göre sayısal modellere ve geliştirilen metotlara göre haritalanması ve peyzaj strüktür analizinin çalışma alanı için uygulanması yapılan çalışma özetlenebilir. Peyzaj strüktürünün sayısallaştırılan ekosistem hizmetleri üzerindeki etkilerinin istatistiksel ve mekânsal olarak değerlendirilmesi ile ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlama sürecine entegrasyonu sağlanmıştır.

Aralık 2015, 276 sayfa.

Anahtar kelimeler: Ekosistem hizmetleri, peyzaj planlama, peyzaj strüktürü, Coğrafi Bilgi Sistemleri, uzaktan algılama.

SUMMARY

PHD THESIS

INTEGRATION OF ECOSYSTEM SERVICES INTO LANDSCAPE PROCESS

Pınar PAMUKÇU

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Landscape Architecture

Supervisor: Assoc. Dr. Nurgül ERDEM

Increasing negative anthropologic effects on ecosystems cause significant damage to the "sustainable" use of natural resources. Therefore, methods are being developed in the framework of sustainability for conservation and use of ecosystems in accordance with basic principles of ecology. These methods include in particular land-use planning activities for decision-making in physical planning.

More than two-thirds of the world's human population is estimated to live in cities by 2050 (United Nations, 2010). Thus, the current global urbanization rate of 50% is expected to increase in the coming years. It is now known that most changes are occurring in suburban areas while cities grow. The conversion of rural land into urban areas needs to be handled under the principles of sustainability and ecology. Otherwise, urban areas containing poor and irregularly distributed green spaces (parks, forests, pastures, etc.) may emerge which can eventually lead to serious problems like flooding, water quality deterioration, and erosion in the long run. This is already the case in Istanbul and a sustainable yield of ecosystem services cannot be expected from these areas.

Ecosystem services depend on the natural environment and are vital for the socio-economic development in a city with rough topography like Istanbul. They provide regulating (torrent-flood control), provisioning (water production), cultural (recreation), and supporting (nutrient and water cycles) services to people at different rates. This thesis was conducted in parallel with the TÜBİTAK-ÇAYDAG 112Y096 project

“Development of a climate change-ecosystem services software to support sustainable land planning works” which established measurability, quantification, integration and involvement of ecosystem services in planning processes. Developing detailed and quantitative models for ecosystem services in different land-uses to be integrated into the planning process is the main aim of this work.

The thesis at hand, titled “Integration of Ecosystem Services into the Landscape Planning Process”, integrates quantified ecosystem services (water production, soil conservation, and carbon storage) of the study area into the landscape planning process. Based on comprehensive and detailed evaluation, this work summarizes the following: assessing the biophysical and cultural features of the study area; classifying land-use; assessing accuracy of land-uses, evaluating climate change; representative soil, water and vegetation sampling on randomly selected points; mapping of ecosystem services through quantified models and developed methods for land-uses, and analyzing the landscape structure of the study area. The integration of ecosystem services into landscape planning processes is achieved by statistically and spatially evaluating influences of landscape structure on quantified ecosystem services.

December 2015, 276 page.

Keywords: Ecosystem services, landscape planning, landscape structure, Geographic Information System, Remote Sensing.

1. GİRİŞ

Ekosistemler ile insan refahının arasındaki bağlantı, ekosistemlerin insanlara sağladığı hizmetler olarak ifade edilen “ekosistem hizmetleri” dir. Toplumların ekosistemler üzerindeki artan baskısı, ekosistem hizmetleri için “sürdürülebilir yararlanma” prensibini özellikle günümüzde ciddi anlamda tehdit etmektedir. Bu tehdidi azaltmak için peyzaj planlama kararları verilirken, ekosistemlerin ve ekosistemlerden sağlanan hizmetlerin koruma ve kullanma açısından sürdürülebilirliği çerçevesinde geliştirilen metotlardan da yararlanılması gerekmektedir.

Kentleşmenin hızlı gerçekleştiği bölgelerde insan yaşam kalitesini etkileyen negatif faktörlerin etkilerini azaltma olanağı sağlayan temel bileşen, kent içi ve kent çevresinde yer alan yeşil alanlardır. Orman alanları, tarım alanları, meralar ile park ve bahçe gibi doğal olmayan alanlar dışında kalan yeşil alanlar, insanlara sağladıkları hizmetler ile kentleşmenin etkilerini törpüleme kapasitesine sahip önemli planlama araçlarıdır. Literatüre bakıldığında yeşil alanların belli oranda ve nitel olarak çeşitli planlama çalışmalarına dâhil edildiği görülmektedir (La Rosa ve Privitera, 2013; Moseley ve diğ., 2013; Demuzere ve diğ., 2014; Norton ve diğ., 2015). Ancak mevcut kentleşme yapısında veya gelecekte oluşturulacak kentsel yapıda yeşil alanların sağlayacakları ekosistem hizmetlerinin nicel (sayısal) olarak ortaya konmasında sağlam aynı zamanda pratik yöntem ve araçların olduğunu söylemek ne yazık ki mümkün değildir. Arazi kullanımlarındaki ekosistem hizmetlerinin nicel olarak belirlenmesi ve peyzaj planlama sürecine dâhil edilmesi hem ekolojik hem sosyo-ekonomik açıdan fonksiyonel ve sürdürülebilir hizmetler sağlayacaktır.

Doğal çevre tarafından sağlanan ve insanların sosyo-ekonomik gelişimi ile yaşamsal faaliyetleri için hayati önem taşıyan hizmetler olarak da tanımlayabileceğimiz ekosistem hizmetleri; İstanbul gibi heterojen topografya özelliklerine, bitki örtüsüne ve arazi kullanımlarına sahip olan bir kentte; kaynak sağlayan (örn. su üretimi), düzenleyici (örn. sel-taşkın kontrolü), destekleyici (örn. su ve besin maddesi döngüleri) ve kültürel (örn. rekreasyon) birçok hizmeti farklı oranlarda insanlara sunmaktadır. Hizmetlerdeki bu nitel ve/veya nicel değişkenlik doğal olarak ya da doğal etkenler

(doğal afetler, iklim değişikliği vb.) sonucunda olabileceği gibi arazi kullanımları, kentleşme ve sanayileşme gibi antropojenik etkenler sonucunda da olabilmektedir.

Binyıl Ekosistem Değerlendirme Raporu'na (MA, 2005) göre; küresel ölçekte ekosistem hizmetlerinin %60'ı ya bozulmakta ya da sürdürülebilirlik özelliğini yitirmektedir. Bu durumun insan yaşamını negatif olarak etkilemesi beklenmektedir. Kentleşmenin artışına bağlı olarak ekosistem hizmetlerinin değeri zaman içinde artmaktadır. Ekosistem hizmetlerinin nicel olarak belirlenmesi ise bu değeri kentleşmenin, arazi kullanımlarının ve yeşil alanların pozitif ve negatif etkileri olarak ortaya koymaktadır. Buna karşın özellikle kaynak sağlayan ekosistem hizmetleri dışındaki hizmetlerin (düzenleyici, destekleyici ve kültürel) sayısallaştırılmasında sıkıntı çekilmektedir. Örneğin; ekosistemlerin toprak koruma hizmetinin sayısal ifadesi veya karbon tutumuna sağladığı katkıların ifadesinde güçlük çekilmektedir. Oysaki ihtiyaç duyulan ekosistem hizmetinin ihtiyaç duyulan yerde ve zamanda sağlanması toplumun refahı bakımından son derece önemlidir. Şu an sadece sözle ifade edilen bu hizmetlerin sayısal olarak hesaplanabilmesi ve planlama süreçlerine dâhil edilebilmesi son derece önemli bir araştırma konusu olarak görülmelidir. Kentsel bir çevrede yeşil alanları ekosistem hizmet potansiyelleri açısından hesaplamadan planlamak orada yaşayan insanların yaşamını belki uzun vadede ancak geri dönüşü olmayan olumsuzluklara itebilir. Kentlerde yaşanan su baskınları ve taşkınlar bu olumsuzlukların en açık örneklerinden biridir. Rekreasyon için insanların çok uzak mesafeler kat etmesi de örnek olarak gösterilebilir.

Söz konusu olan ekosistem hizmetlerinin planlama sürecine entegrasyonunda peyzaj strüktürü etkilidir. Peyzaj strüktürü ekolojik süreci etkilediği gibi bu etkinin sonucunda da ekosistem hizmetlerini de etkileyebilmektedir. Dolayısıyla peyzaj planlama sürecinde, ekosistem hizmetleri ile peyzaj strüktürünün bir arada ele alınması başka bir deyişle strüktürel yapının ekosistem hizmetleri üzerindeki etkilerinin sayısal olarak ifadesinin ortaya konulması gerekmektedir. Böylece örneğin orman alanlarındaki mevcut fragmantasyonun sel-taşkın riskini nasıl etkilediği ya da peyzajdaki tarım alanlarındaki azalışın erozyonu nasıl etkilediği nicel olarak ifade edilebilmektedir.

Bu yaklaşımlardan hareketle sadece ya kırsal ya da kentsel alanların birinde peyzaj planlaması ile bütünleştirilecek sayısal model ve metotlar değil; her iki alanda, alanların

birbirlerine geçişlerinde ve bu alanlara bütünsel olarak bakıldığında ele alınacak olan peyzaj strüktürünün ve ekosistem hizmetlerinin nicel olarak ifade edilebilmesi gerekmektedir. Bu amaçla uzaktan algılama (UA), coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve sayısal model geliştirme teknikleri ile detaylı ve sayısal modeller üretilmesi, analiz ve değerlendirmeye yönelik olarak araştırma yapılması, arazi çalışmaları, ekosistem hizmetlerinin sayısal olarak ifade edilmesi açısından altlıkların oluşturulması ve peyzaj strüktürünün bu hizmetler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi son derecede önemlidir.

1.1. ARAŞTIRMANIN AMACI

Ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlama sürecine entegrasyonu ve uygulanabilir kolay değerlendirme yaklaşımlarının ele alınması günümüzdeki artan nüfus ve kentleşme etkilerinin karşısındaki sınırlı doğal kaynakların yönetimi ve planlaması hakkında alınacak olan kararlarda gereklidir (de Groot, 2006; Burkhard ve diğ., 2010).

Bu tez çalışmasındaki ana amaç; farklı arazi kullanımlarında ekosistem hizmetleri için sayısal modeller geliştirilerek bu hizmetlerin nicel olarak ifade edilmesi ve peyzaj strüktürünün ekosistem hizmetleri üzerindeki etkisinin ortaya konması ile peyzaj planlama çalışmalarına bu hizmetlerin entegre edilmesi olarak ifade edilebilir.

Tez çalışmasında, peyzaj strüktürünün ele alınması sonucunda antropojenik etkilerin nicel olarak ifade edilen ekosistem hizmetlerini nasıl etkilediğini dolayısıyla ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlamaya nasıl dâhil edilebileceğini model ve yöntemlerle ortaya konulmuştur. İlişkin sayısal modellerin oluşturulması ve yöntemlerin ortaya konması için 3 sorunun cevaplanması hedeflenmiştir:

- (1) Ekosistem hizmetlerinin arazi kullanımlarına göre sayısal olarak ifadesi mümkün müdür?
- (2) UA ve CBS aracılığıyla uygulanan literatür yöntemlerine ek olarak arazi çalışmaları ve laboratuvar analizleri ekosistem hizmetlerinin sayısallaştırılmasına nasıl dâhil edilebilir?
- (3) Peyzaj planlama sürecinde peyzaj desen analizi ile sayısallaştırılan ve belirlenen peyzaj strüktürü ile sayısallaştırılan ekosistem hizmetleri arasındaki ilişki belirlenebilir mi?

Cevaplanması hedeflenen sorular doğrultusunda 3 hipotez test edilmiştir:

(I) (H_0): Ekosistem hizmetleri arazi kullanımlarına göre sayısal olarak ifade edilemez.

(H_A): Ekosistem hizmetleri arazi kullanımları ile ilişkilidir ve bu hizmetlerin sayısal olarak ifadesinde arazi kullanımları önemli rol oynamaktadır.

(II) (H_0): Ekosistem hizmetlerini sayısallaştırmak için özel ve kamu kurumlarından sağlanan altlık veriler ile literatür bilgilerinin UA ve CBS aracılığıyla değerlendirilmesi yeterlidir. (H_A): Arazi çalışmaları ve laboratuvar analizleri, UA ve CBS aracılığıyla değerlendirilen eldeki verilerin doğruluğunu ve kullanılabilirliğini göstermek amacıyla gereklidir.

(III) (H_0): Peyzaj strüktürü ile ekosistem hizmetleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki yoktur. (H_A): Peyzaj strüktürünün belirlenmesi ile mevcut peyzaj strüktürünün ekosistem hizmetleri üzerindeki etkisi istatistiki ve mekânsal olarak ortaya konabilir.

1.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

Araştırma alanı, İstanbul Avrupa yakasında yan yana bulunan Sazlıdere Barajı havzası, Alibeyköy Barajı havzası ve Kâğıthane havzası olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı için değerlendirilecek olan ekosistem hizmetleri; su üretimi, toprak koruma ve karbon tutumu hizmetleri olmak üzere 3 temel ekosistem hizmeti ile sınırlandırılmıştır. Su üretimi hizmeti içerisinde, su verimi, su kalitesi ve sel-taşkın riski alt hizmetleri ele alınmıştır. Tez çalışması 5 ana bölümden oluşmaktadır:

Çalışmanın birinci bölümünde; ekosistemlerin ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği ele alınmış, nüfus artışı ve kentleşme ile ekosistem hizmetlerine duyulan ihtiyacın artması konusunda bilgi verilmiştir. Ayrıca ekosistem hizmetlerinin nitel ve/veya nicel olarak değişkenliği ve sayısallaştırılmasının gerekliliğinden bahsedilmiştir. Peyzaj strüktürünün ekosistem hizmetleri üzerindeki etkisinin ortaya konmasının bu hizmetlerin peyzaj planlama sürecine entegrasyonu için önemi kısaca açıklanmıştır. Araştırma soruları ve hipotezler ile çalışma desteklenmiştir.

İkinci bölümde; ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlama sürecine entegrasyonu ile ilgili olarak uygulanacak yöntem ve oluşturulabilecek modellere ilişkin ulusal ve uluslararası literatür araştırması yapılmıştır. Ekosistem hizmetleri kavramı, ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılması ve bu hizmetlerin sayısallaştırılmasına dair yöntemler

hakkında bilgi verilmiştir. Ulusal ve uluslararası peyzaj planlama yaklaşım, yöntem ve süreçleri incelenmiştir. Peyzaj strüktürü ile ekosistem hizmetleri arasındaki ilişki açıklanmıştır. Ayrıca ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlamadaki önemi üzerinde durularak, peyzaj planlama süreçlerine ekosistem hizmetlerinin peyzaj strüktürü ile ele alınarak dâhil edilmesi gerekliliği vurgulanmıştır.

Üçüncü bölümde; çalışma alanına ait biyofiziksel ve kültürel özellikler belirlenmiştir. UA ve CBS aracılığıyla uydu görüntüsü kullanılarak görüntü sınıflandırması yapılmış ve arazi kullanımları belirlenmiştir. Belirlenen arazi kullanımlarının doğruluğunun kanıtlanabilmesi amacıyla doğruluk analizleri uygulanmıştır. İklim değişikliği iki yöntemle çalışma alanı için değerlendirilmiştir. Ekosistem hizmetlerinin sayısallaştırılmasına yönelik olarak farklı arazi kullanımlarından rasgele seçilen fakat alanın tamamı hakkında fikir verecek örnekleme noktalarından su, toprak ve vejetasyon örneklerinin analizi hakkında bilgi verilmiştir. Seçilen ekosistem hizmetlerinin sayısallaştırılmasına yönelik yapılan uygulamalar, hesaplamalar ve oluşturulan modeller bu kısımda açıklanmıştır. Çalışma alanındaki peyzaj strüktürü peyzaj desen analizi ile belirlenmiş; peyzaj strüktürü ile ekosistem hizmetleri birlikte incelenmiştir. Peyzaj strüktürünün ekosistem hizmetleri üzerindeki etkisini görebilmek amacıyla; peyzaj strüktürü analizi arazi kullanımlarına ait alan ve kümelenme indeksleri ile sınırlandırılmış; ünitelerin arazi kullanımlarına göre alansal dağılımları ve en yakın komşunun mesafesi göz önünde bulundurulmuştur.

Dördüncü bölümde; çalışma alanında uygulanan yöntemlerin bulguları yer almaktadır. Çalışma alanına ait arazi kullanımı ve iklim değişikliğinin etkisi verilmiştir. Belirlenen her bir ekosistem hizmeti, arazi kullanımlarına göre, sayısal modellere ve geliştirilen metotlara göre gruplandırılmış ve haritalanmıştır. Çalışma alanının peyzaj desen analizi sonucunda belirlenen peyzaj strüktürünün sayısallaştıran ekosistem hizmetlerine olan etkileri hakkında bilgi verilmiştir. Peyzaj planlama sürecinde kullanılmak üzere ekosistem hizmetleri ile birlikte ve tüm arazi kullanımlarında karşılaştırmalı değerlendirilebilmesi amacıyla alan ve kümelenme indeksleri ile ekosistem hizmet değerleri her bir arazi kullanımı için istatistiksel ve mekânsal olarak değerlendirilmiştir. Böylece bu yaklaşım ve değerlendirmeler ile özgün bir değere sahip bu tez çalışmasında; ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlama sürecine nasıl dâhil edilebileceği arazi kullanımı-ekosistem hizmetleri önceliklendirmesine göre ortaya konulmuştur.

Beşinci bölümde ise; tartışma ve sonuç yer almaktadır. Uygulanan yaklaşım ve yöntemlerin ulusal ve uluslararası olarak uygulanabilmesi için olanaklar ve engeller değerlendirilmiştir. Literatüre ve arazi çalışmalarına bağlı olarak ekosistem hizmetlerinin sayısallaştırılması ve peyzaj planlama süreçlerinde kullanılması konusunda yapılan çalışmaların sonuçları bu tezde bulunan sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Araştırma sorularına cevap verilerek ve sonuçlara göre hipotezler değerlendirilmiştir.

Tez çalışmasında kullanılacak olan altlık verilerin hazırlanması amacıyla TÜBİTAK-BİDEB 2214-A - Yurt Dışı Doktora Sırası Araştırma burs programı ile Massachusetts Üniversitesi Çevre Koruma Bölümü'nde (University of Massachusetts, Department of Environmental Conservation) Prof. Dr. Timothy O. Randhir ile birlikte altı ay boyunca çalışılmıştır. Bu dönem boyunca UA, CBS ve sayısal model geliştirme teknikleri ile ilgili olan program kullanma, analiz ve değerlendirmeye bağlı olarak tez çalışmasında kullanılacak altlık veriler hazırlanmıştır. TÜBİTAK-ÇAYDAG 112Y096 numaralı projesinde bursiyer olarak çalışılan süre boyunca tez çalışmasında kullanılan arazi ve laboratuvar çalışmaları yürütülmüştür. Tez süresi boyunca kullanılan araç ve gereçler ise İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 35512 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

Ekosistem hizmetleri, peyzaj planlama süreci, yaklaşımları ve yöntemleri ile peyzaj strüktürü ile ekosistem hizmetleri arasındaki ilişki bu kısımda ele alınmıştır.

Ekosistem hizmeti kavramı, ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılması, ekosistem hizmetlerine etki eden faktörler ile ulusal ve uluslararası literatürde bu hizmetlerin sayısallaştırılmasına dair yöntemler incelenmiş böylece ekosistem hizmetlerinin tanım ve özellikleri hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Peyzaj planlama süreçleriyle ilgili olarak ise ulusal ve uluslararası peyzaj planlama yaklaşımları ve yöntemleri incelenmiş; peyzaj strüktürü ile ekosistem hizmetleri arasındaki ilişki açıklanmıştır. Son olarak ise ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlamadaki önemine dikkat çekilerek, peyzaj planlama süreçlerine ekosistem hizmetlerinin peyzaj strüktürü ile ele alınarak dâhil edilmesi gerekliliği vurgulanmıştır.

2.1. EKOSİSTEM HİZMETLERİ

Ekosistem hizmetleri, ekosistemler ile insanların yaşam kalitesi arasındaki ilişkidir. Ekolojik süreçlerden sağlanan toplumsal yararlar (Gordon ve diğ., 2010) olarak tanımlandığı gibi ekosistemlerin direkt ya da dolaylı olarak insanlara sunduğu hizmetler (Costanza ve diğ., 1997) olarak da tanımlanmaktadır.

Ekosistem hizmetleri, tamamen doğal olan orman alanlarından insan etkisinin fazla olduğu karışık desenlere sahip peyzajlara ya da yönetim yaklaşımları ve arazi kullanım değişiklikleri sonucunda etkilenen ekosistemlere kadar geniş aralıkta ekosistemlerin insanlara sağladığı yararlardır. Bu hizmetler sadece antropojenik etkenler ile değil, aynı zamanda birbirleriyle de etkileşim halindedir. Başka bir deyişle, ekosistemlerden sağlanan hizmetler insan etkileri sonucunda etkilendiği gibi birbirinden de etkilenmektedir. Örneğin, tarım alanlarından sağlanan gıda gibi hizmetler arttıkça insanların bu hizmetlerden yararlanma potansiyeli de artacaktır. Ancak diğer taraftan tarım alanlarının artması ya da potansiyelinin fazlasının kullanılması su kalitesi ve su verimini olumsuz olarak etkilenmektedir (Gordon ve diğ., 2010). Bu da bu alanlardan sağlanan diğer ekosistem hizmetlerinin kalitesini düşürmektedir. Bu amaçla ekosistem

hizmetlerinin arazi kullanımlarına göre sayısal ifadesi ekosistemlerden sağlanan yararların artırılması; diğer taraftan ekosistemlerden sağlanan yararların başka bir çerçevede neden olduğu zararların azaltılmasını sağlamaktadır.

Ekosistem hizmetlerinin daha iyi tanımlanması ve sayısal ifade gerekliliğinin daha net ortaya konulması için aşağıdaki bölümlerde ekosistem hizmetlerinin uluslararası sınıflandırmaları ile bu hizmetlerin sayısallaştırılmasına dair yaklaşım ve yöntemler açıklanmıştır.

2.1.1. Ekosistem Hizmetlerinin Sınıflandırılması

Ekosistem hizmetleri farklı açılardan farklı gruplar ile sınıflandırılmıştır (Costanza ve diğ., 1997; Daily ve diğ., 1997; MA, 2005; de Groot ve diğ., 2010; TEEB, 2010, CICES, 2013¹) (Tablo 2.1).

Tablo 2.1: Ekosistem hizmetleri sınıflandırması.

Kaynak sağlayan hizmetler					
Costanza ve diğ. (1997)	Daily ve diğ. (1997)	MA (2005)	de Groot ve diğ. (2010)	TEEB (2010)	CICES (2013)
Besin üretimi	-	Gıda	Gıda	Gıda	Biyokütle (Besin) Biyokütle (Tarımsal kullanım için bitkilerden, alglerden ve hayvanlardan sağlanan materyaller)
Hammadde üretimi	-	Lif, kereste	Hammadde	Hammadde	Biyokütle (Direkt kullanım ve süreçler için bitkilerden, alglerden ve hayvanlardan sağlanan lif ve diğer materyaller)
Su üretimi	-	Tatlı su	Su	Su	İçilebilir su (Besin) İçilemeyen su (Materyal)
Genetik kaynaklar	Biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi	Genetik kaynaklar	Genetik kaynaklar	Genetik kaynaklar	Biyokütle (Tüm biotalar için genetik materyaller)
-	-	Biyokimyasallar	Tıbbi kaynaklar	Tıbbi kaynaklar	Biyokütle (Direkt kullanım ve süreçler için bitkilerden, alglerden ve hayvanlardan sağlanan lif ve diğer materyaller)
-	-	Dekoratif kaynaklar	Dekoratif kaynaklar	Dekoratif kaynaklar	Biyokütle (Direkt kullanım ve süreçler için bitkilerden, alglerden ve hayvanlardan sağlanan lif ve diğer materyaller)
-	-	-	-	-	Enerji kaynakları (biyokütle)
-	-	-	-	-	Mekanik enerji (hayvan kaynaklı)

¹ CICES (2013): Common International Classification of Ecosystem Services (CICES v4.3), <http://cices.eu/>, [Ziyaret tarihi: 22 Kasım 2013].

Tablo 2.1 (devam): Ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılması.

Düzenleyici hizmetler					
Costanza ve diğ. (1997)	Daily ve diğ. (1997)	MA (2005)	de Groot ve diğ. (2010)	TEEB (2010)	CICES (2013)
Gaz düzenlenmesi	Havanın temizlenmesi	Hava kalitesini düzenleme	Hava kalitesini düzenleme	Hava kalitesini düzenleme	Gaz/hava akımları düzenleyici
Atık suyun düzenlenmesi	Suyun temizlenmesi	Suyun temizlenmesi ve artımı	Atık su kontrolü	Atık su kontrolü (su artımı)	(Biotalar sebebiyle) Atık, zehirli ve diğer zararlılar için düzenleyici (Ekosistemler sebebiyle) Atık, zehirli ve diğer zararlılar için düzenleyici
Suyun düzenlenmesi	Sel ve kuraklığın azaltılması	Su akışı kontrolü	Su akışının düzenlenmesi	Su akışı kontrolü Ekstrem olayların azaltılması	Sıvı akışları düzenleyici
Erozyon kontrolü ve sedimentasyon azaltımı	-	Erozyon kontrolü	Erozyon önleme	Erozyon önleme	Kütleli akışları düzenleyici
İklim düzenlenmesi	İklimin stabilizasyonu	İklim düzenleme	İklim düzenleme	İklim düzenleme	Atmosferik kompozisyon ve iklim düzenleme
(destekleyici hizmet)	(destekleyici hizmet)	(destekleyici hizmet)	Toprak verimliliğinin sağlanması	Toprak verimliliğinin sağlanması	Toprak formasyonu ve kompozisyonu
Tozlaşma	Tarımsal ürünlerin ve doğal vejetasyonun tozlaşması, besin taşınımı ve tohumların yayılması	Tozlaşma	Tozlaşma	Tozlaşma	Yaşam döngüsünün sağlanması, habit ve gen havuzlarının korunması
Biyolojik kontrol	Tarımsal zararlı mücadelesi kontrolü	Zararlı kontrolü	Biyolojik kontrol	Biyolojik kontrol	Zararlı ve hastalık kontrolü
-	-	Hastalık kontrolü	-	-	-
Habitat sağlama	-	Birincil üretim Besin döngüsü (destekleyici hizmet)	Fidanlık hizmeti (Habitat hizmeti)	Göçmen türlerin yaşam döngülerinin iyileştirilmesi (fidanlık dâhil)	Yaşam döngüsünün sağlanması, habit ve gen havuzlarının korunması
-	-	-	-	-	Toprak formasyonu ve kompozisyonu
-	-	-	Gen havuzu koruma (Habitat hizmeti)	-	Su şartlarının iyileştirilmesi
-	-	-	-	Genetik çeşitliliğin iyileştirilmesi (özellikle gen havuzlarının korunması)	Yaşam döngüsünün sağlanması, habit ve gen havuzlarının korunması
-	Atıkların detoksifikasyonu ve ayrışımı	-	-	-	-
-	Güneşten gelen zararlı ışınlardan korunmanın sağlanması, ekstrem sıcaklıkların, rüzgarların ve dalgaların engellenmesi	-	-	-	-

Tablo 2.1 (devam): Ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılması.

Destekleyici hizmetler					
Costanza ve diğ. (1997)	Daily ve diğ. (1997)	MA (2005)	de Groot ve diğ. (2010)	TEEB (2010)	CICES (2013)
Besin döngüsü	-	Birincil üretim	-	-	-
-	-	Besin döngüsü	-	-	-
Toprak formasyonu	Toprağın yenilenmesi ve veriminin artırılması	Toprak formasyonu	-	-	-
-	-	Su döngüsü	-	-	-
-	-	Fotosentez	-	-	-
Kültürel hizmetler					
Costanza ve diğ. (1997)	Daily ve diğ. (1997)	MA (2005)	de Groot ve diğ. (2010)	TEEB (2010)	CICES (2013)
Rekreasyon		Rekreasyon ve ekoturizm	Rekreasyon	Rekreasyon ve turizm	Fiziksel ve deneysel etkileşimler
Kültürel değerler	Estetik güzelliğin artırılması	Estetik değerler	Estetik bilgi	Estetik bilgi	Entelektüel (düşünsel) ve anlatımsal etkileşimler
-	İnsan kültürlerinin çeşitliliğinin sağlanması	Kültürel çeşitlilik	Kültür ve sanat için fikir	Kültür, sanat ve tasarım için fikir	Entelektüel (düşünsel) ve anlatımsal etkileşimler Manevi ve/veya simgesel
	-	Manevi ve etik değerler	Manevi deneyimler	Manevi deneyimler	Manevi ve/veya simgesel
	-	Bilgi sistemleri ve eğitim değerleri	Bilişsel gelişme	Bilişsel gelişme için bilgi	Entelektüel (düşünsel) ve anlatımsal etkileşimler Diğer kültürel çıktılar (yaşam biçimi, kültürel miras)

European Commission Technical Report (2013)² dan faydalanılarak diğer kaynaklar (Costanza ve diğ., 1997; Daily ve diğ., 1997; MA, 2005; de Groot ve diğ., 2010; TEEB, 2010; CICES, 2013) da kullanılarak yeniden tablolandırılmıştır.

Ekosistem hizmetlerinin sınıflandırmasında Costanza ve diğ. (1997) ve Daily ve diğ. (1997)'nin sınıflandırmaları her ne kadar ekosistemlerden sağlanan hizmetlerin belirlenebilmesi için yetersiz kalsa da daha sonradan yapılan daha detaylı sınıflandırmalara ve çalışmalara kaynak olmuştur. European Commission Technical Report (2013)'a göre ise ekosistem hizmetleri için 3 uluslararası sınıflandırma (MA, TEEB ve CICES) mevcuttur. Her üç sınıflandırma da kaynak sağlayan, düzenleyici ve kültürel hizmetleri içermektedir. TEEB (2010), 22 ekosistem hizmetini 4 ana kategoride (kaynak sağlayan, düzenleyici, habitat, kültürel ve sosyal aktivite hizmetleri) incelemektedir. CICES (2013) sınıflandırması, mevcut sınıflandırmalar üzerinden yapılmış ancak ekosistem hizmetlerinin boyutları üzerine odaklanılmıştır. Bu hizmetler ya yaşayan organizmalar ya da yaşayan organizmaların kombinasyonu ve abiyotik süreçler sonucunda sağlanan hizmetlerdir. Literatürde en yaygın kullanılan

² European Commission Technical Report, 2013, Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services - An analytical framework for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020, Discussion paper – Final, http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/MAESWorkingPaper2013.pdf, [Ziyaret tarihi: 8 Şubat 2015].

sınıflandırma ise MA (2005) tarafından hazırlanan ve dört kategoride ekosistem hizmetlerini gruplandıran sınıflandırmadır. Bu sınıflandırmaya göre, ekosistem hizmetleri kaynak sağlayan (provisioning), düzenleyici (regulating), destekleyici (supporting) ve kültürel (cultural) hizmetlerdir.

2.1.1.1. Kaynak sağlayan hizmetler

Kaynak sağlayan ekosistem hizmetleri (provisioning ecosystem services), ekosistemlerin insanlara doğrudan sağladığı hizmetlerdir. Ekosistemlerden sağlanan gıda, biyolojik hammadde (odun, lif vb.), tatlı su, dekoratif kaynaklar, biyokimyasallar (tıbbi ürünler vb.), enerji ve genetik kaynaklar kaynak sağlayan ekosistem hizmetleridir (MA, 2005).

a. Gıda: Gıda üretimi, bitkisel üretim ve hayvansal üretim ile sağlanacağı gibi, balıkçılık, su ürünleri yetiştiriciliği ve yabani gıdanın toplanarak ya da avlanarak elde edilmesi ile sağlanmaktadır.

Coğrafik etkenler, tarım alanının büyüklüğü, yapılan tarımsal aktiviteler ve uygulanan tarım yönetimi gibi etkenler sonucunda oluşan tarım ekosistemlerinin tipolojisi, tarım alanlarından sağlanan ekosistem hizmetlerinin potansiyel yararlarını etkilemektedir (FAO, 2011). Şüphesiz tarım alanlarından sağlanan bu potansiyel yararların başında yerel, ulusal ve uluslararası bazda gıda üretimi ve gıda güvenliğinin sağlanması gelmektedir. FAOSTAT (2015) verilerine göre; Türkiye’de 2008-2013 yılları arasında çeltik üretim ortalaması yıllık 840.554 ton, buğday üretimi yaklaşık 20.334 bin ton, meyve üretimi yaklaşık 14.294 bin ton ve sebze üretimi ise yaklaşık 27.188 bin tondur. Tarım ürünlerinden ayçiçeğinden üretilen yağın yıllık ortalaması ise 713.916 tondur. Verilen örneklerden de anlaşılacağı üzere bitkisel üretim ile sağlanan gıda insanlar için hayati öneme sahip ekosistem hizmetidir.

Mera alanları ve çiftlikler hayvansal üretim açısından önemlidir. Bu arazi kullanımlarının kalitesi yükseldikçe sağlanan hizmetlerin kalitesi ve miktarı da artacaktır. Hayvansal üretim Türkiye’de önemli bir paya sahiptir. FAOSTAT (2015) verilerine göre; Türkiye’de 2008-2013 yılları arasında ortalama toplam et üretimi yıllık 2.419 bin ton, bal üretimi 87.097 ton ve süt üretimi ise 14.836 bin tondur.

İnsanların temel ihtiyacı olan gıda, tarım alanlarından sağlandığı gibi ormanlardan da yaban hayvanı eti, mantar, meyve ve baharatlar gibi odun dışı orman ürünleri olarak sağlanır. Schulp ve diğ. (2014)'e göre en az 65 milyon Avrupa vatandaşı ormanlardan mantar ve orman meyveleri gibi yabani ürünleri toplamakta ve 100 milyon vatandaş ise yine ormanlardan sağlanan kızıl geyik, yaban domuzu ve tavşan tüketmektedir.

b. Biyolojik hammadde: Odun, odun dışı orman ürünleri, lif ve biyo-yakıt gibi ürünler ekosistemlerin sunduğu biyolojik hammaddelerdir. En önemli hammaddelerden biri olan odun ve odun dışı orman ürünleri (reçine, bitkisel yağ vb.) orman ekosistemlerinden sağlanmakta; nüfus ve talebe göre çeşitli sektörlerde hammadde olarak (yapı, ısınma, mobilya, kâğıt ve kâğıt ürünleri vb.) kullanılmaktadırlar. UNECE/FAO Forest Products Annual Market Review (2011-2012)³'e göre endüstriyel tomruk üretimi 2011'de %2.4 ve UNECE bölgesinde toplam endüstriyel tomruk hasadı ise %12 oranında artmıştır. Türkiye'de ise FAOSTAT (2015) verilerine göre; 2008-2013 yılları arasında endüstriyel tomruk hasadı %13.7 oranında; kâğıt ve karton üretimi ise %28 oranında artmıştır.

c. Tatlı su: Kaynak sağlayan hizmetlerden bir diğeri de tatlı suların sağlanmasıdır. Ekosistemlerden sağlanan tatlı su içme, kullanma, sulama ve endüstriyel amaçla kullanılmaktadır.

d. Enerji: Enerjinin suyun kullanımı ve biyokütle ile sağlanması ekosistemlerin kaynak sağlayan hizmetleri arasındadır. TÜİK⁴ verilerine göre; CO₂ emisyonlarının 2012 yılında %84.4'ü enerjiden, %15.6'sı endüstriyel işlemlerden kaynaklanmıştır. Biyokütle enerjisi ya da diğ. deyişle biyo-enerji, sera gazı emisyonunu artıran fosil yakıt ya da diğ. enerji üretimleri yerine kullanılabilir. Ancak biyo-enerji üretiminin de biyoçeşitlilik üzerine negatif etki yapabileceği ya da odun üretimini azaltabileceği (Verkerk ve diğ., 2014) göz önünde bulundurulmalıdır. Biyo-enerji üretimi orman

³ UNECE/FAO, 2011-2012, Chapter 4: Wood raw material markets, Forest Products Annual Market Review, <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/publications/04.pdf>, [Ziyaret tarihi: 18 Şubat 2013].

⁴ Türkiye İstatistik Kurumu resmi internet sitesi, www.tuik.gov.tr, [Ziyaret tarihi: 3 Ekim 2014].

ekosistemlerinden sağlanan odun ve odun atıkları, tarım alanlarından sağlanan kanola, şeker kamışı ve diğer çeşitli ürünlerden sağlanmaktadır.

Ekosistemlerin kaynak sağlayan hizmetleri arasında ayrıca ilaç yapımında kullanılan bazı doğal tıbbi maddelerin elde edilmesi ve biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliği için genetik kaynakların sağlanması da yer almaktadır. Hayvanlardan ve bitkilerden sağlanan dekoratif amaçlı ürünler (deri, çiçek, inci gibi) ile tüm bitkilerin peyzaj düzenlemelerinde ve dekoratif amaçlı kullanılması da ekosistemlerin kaynak sağlayan hizmetleri arasındadır.

2.1.1.2. Düzenleyici hizmetler

Düzenleyici ekosistem hizmetleri (regulating ecosystem services) su, hava ve toprak kaynaklarını kontrol altında tutan hizmetlerdir. Bu hizmetlere ekstrem iklim olaylarını düzenleme, suyun temizlenmesi ve arıtımı, erozyon önleme, mikro-klima, karbon tutumu, bitkilerin tozlaşması, su akışının kontrolü ve hava kalitesinin düzenlenmesi örnek olarak verilebilir.

a. Suyun temizlenmesi ve arıtımı: Havzalardaki arazi kullanım uygulamaları hidroekolojik süreçlere etki etmektedir (Fohrer ve diğ., 2001; Moglen ve diğ., 2004; Camorani ve diğ., 2005; Thanapakpawin ve diğ., 2007; Marshall ve Randhir, 2008; Li ve diğ., 2009; Mao ve Cherkauer, 2009; Noretto ve diğ., 2012; Öztürk ve diğ., 2013). Su kirliliği de hidrolojik süreçlere olan etkilerden bir tanesidir. Dolayısıyla su kalitesi ile arazi kullanımları doğrudan ilişkilidir (Lee ve diğ., 2009; Uuemaa ve diğ., 2013; Meneses ve diğ., 2015). En iyi kalitede olan su kaynakları orman ekosistemlerinden sağlanmaktadır (Neary ve diğ., 2009). Ormanların su üretimine etkileri; ormanlardaki tür çeşitliliğine, yapıya (kapalılık, sıklık vb.), ağaçların yaşına, topografyaya, su kaynağının bulunduğu havzanın konumuna ve peyzajdaki yüzdesi gibi etmenlere bağlı olarak değişmektedir.

Su kalitesi ise arazi kullanımı ve ekosistem hizmetlerinin belirlenebilmesi için indikatör görevi görmekte (Lee ve diğ., 2009) ve havzalardaki su üretimi için de önemli bir rol taşımaktadır. Orman alanları ham suyun kalitesine pozitif etki ederken (Fiquepron ve diğ., 2013); kentsel alanlardaki geçirimsiz yüzeyler orman alanlarından daha fazla yüzeysel akışa ve konsantrasyon zamanına sahip olduğundan partikül yoğunluğuna (Brezonik ve Stadelmann, 2002) ve sedimentasyona bağlı olarak su kalitesini azaltmaktadır. Orman

alanlarında bunun tersine ölü örtü ve organik madde yüzeysel akışı azaltmakta ve topraktaki yıkanma nedeniyle Azotun taşınmasını önlemektedir.

Kent içi yeşil alanlar, yağışın tutulması, toplam Azot ve toplam Fosforun azalmasında önemli derecede rol oynamakta, dolayısıyla atık suyun arıtımı ve suyun temizlenmesini sağlamaktadır (Yang ve diğ., 2015).

b. Erozyon önleme: Düzenleyici hizmetlerden bir diğeri de erozyon kontrolüdür. Erozyon doğal bir süreç olmakla beraber oluşumu ve taşınımında arazi kullanımı, arazi kullanımının yönetimi, iklim, topografya, toprak özellikleri ve insan aktivitelerinin bulunduğu farklı fiziksel ve antropojenik faktörler etkilidir. Yanlış arazi kullanımları ve yönetim stratejileri erozyon riskini ve sediment taşınımını artırmaktadır (Montgomery, 2007; Jordan ve diğ., 2005). Ekosistemlerin sunduğu düzenleyici hizmetlerden biri de toprağın sel ya da rüzgâr gibi dış etkiler sonucunda aşınması ve kaybının azaltılması bunun sonucunda da toprak verimliliğinin korunmasıdır. Erozyonun önlenmesi farklı arazi kullanımlarında sedimentin de tutulmasıdır. Örneğin; sağlıklı orman ekosistemleri, sediment taşınımının ve erozyonun minimuma inmesini dolayısıyla toprağın korunmasını sağladığı gibi su kalitesini de pozitif yönde etkilemektedir. Çünkü sudaki sediment miktarının fazla olması su kalitesinin azalmasına ve canlıların yaşaması için gerekli olan optimal koşulların habitatlardaki azalmasına neden olmaktadır.

Arazi kullanımına, jeolojik yapıya, bitki örtüsüne ve dolayısıyla ekosistemin tipine göre değişen topraktaki organik madde miktarı toprağın su tutması, erozyona duyarlılık ve verimliliği gibi toprak özelliklerini (Ontl ve Schulte, 2012) etkilemektedir. Sediment taşınımının ve erozyonun minimuma indirilmesi bu organik maddenin toprakta tutulmasını ve dolayısıyla toprak verimliliğinin de korunmasını sağlamaktadır.

c. Hava kalitesinin düzenlenmesi: Ekosistemlerden sağlanan diğeri bir düzenleyici hizmet hava kalitesini düzenlemektir. Kentleşme ve sanayileşme hava kalitesine etki etmektedir (Chen, 2006). Çünkü kentleşme ve sanayileşme sıcaklık artmasına neden olabilmekte ve sıcaklık desenlerini, rüzgâr ve nem alanlarını (Landsberg, 1981) değiştirebilmektedir. Aynı zamanda hava kirliliği de bu iki önemli kullanımla birlikte kimyasal madde ve partikül artışıyla birlikte artmaktadır. Kentlerdeki ve kentlerin çevrelerinde bulunan orman alanları hava kirliliğini (sülfür dioksit, karbon monoksit ve partikülleri) azaltmakta ve hava kalitesini iyileştirmektedir (Jim ve Chen, 2008).

d. Karbon tutumu: Escobedo ve diğ. (2011)'e göre hava kirliliğinin azaltılması hava kalitesi ve kent alanlarındaki orman alanlarının bir hizmet olarak sunduğu karbon tutumu ile ilgilidir. Ormanlar büyük karbon yutaklarıdır. Karbon tutumu, orman tipine göre değişkenlik göstermektedir. Çünkü ölü örtü, organik madde ve karbon yoğunluğu orman tipine bağlıdır. Zhang ve diğ. (2007)'ne göre herdem yeşil geniş yapraklı ormanlar, ibreli ve geniş yapraklı karışık ormanlar ile karşılaştırıldığında CO₂ emisyon dengesi açısından daha iyi bir potansiyele sahiptir. Kentsel alanlarda hava kirliliğinin azaltılması kapalılık, yaprak yüzey indeksi, iklim, biriktirme hızı ve kirlilik konsantrasyonları kullanılarak tahmin edilebilmektedir (Jim ve Chen, 2008; Escobedo ve Nowak, 2009; Langner ve diğ., 2011; Crossman ve diğ., 2013). Orman tiplerine ek olarak orman alanlarındaki uzun dönem yönetim uygulamaları da karbon tutumuna etki etmektedir (Powers ve diğ., 2011).

Vital Forest Graphics (2009)⁵'a göre; karbon tutumu bir süre sonra mümkün değildir. Büyük bir miktar sera gazı ormanların azalması sonucunda atmosfere salınmaktadır. Bu salınım karbon tutumunun küresel iklim değişikliği ile olan ilişkisini de açıklamaktadır. Global iklim değişikliği azaltımı yıllık sera gazı akışındaki karbon stoklarına ve bu stokların değişimlerine bağlı olarak değerlendirilebilir (Birch ve diğ., 2014). Topraktaki organik maddenin (Lal, 2004) ve biyokütlenin karbon tutumu iklim değişikliğinin azaltımında rol oynamaktadır.

e. Mikro-klima: Özellikle kent alanlarındaki ısınma için kullanılan enerji, düşen yağışın diğer arazi kullanımlarına göre değişkenlik göstermesi, ulaşım ve nüfusun artması gibi faktörlerden dolayı mikro-klima çok çabuk etkilenmektedir. Kent faktörlerinin mikro-klima üzerindeki bu etkileri “kentsel ısı adası” olarak görülebilir. Kent alanlarının kısmen içinde ya da yakınında olan orman alanları mikro-iklimin düzenlenmesini sağlamaktadır. Bolund ve Hunhammar (1999) yaptığı çalışmada vejetasyonun enerji kullanımını ve rüzgâr hızını kış aylarında azaltabileceğini ve tek büyük bir ağacın terleme sonucunda günlük 450 L su kaybedeceğini gözlemlemiştir. Bunun anlamı kent faktörlerinin mikro-klima üzerindeki etkilerini vejetasyonun azaltabileceğidir.

⁵ Vital Forest Graphics, 2009, Chapter 2: Forest losses and gains, UNEP, FAO, UNFF. FAO ISBN 978-92-5-106264-7, UNEP ISBN 978-92-807-2903-0, http://www.unep.org/vitalforest/Report/VFG_full_report.pdf, [Ziyarete tarihi: 16 Aralık 2014].

f. Ekstrem iklim olaylarını düzenleme: Düzenleyici hizmetlerden su akışının kontrolü sel ve taşkın gibi ekstrem iklim olaylarını düzenleyebilmektedir. Örneğin; kentsel yapının çok fazla olduğu dolayısıyla geçirimsiz yüzey yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda sel ve taşkın gibi ekstrem iklim olayları meydana gelebilmektedir. Ancak orman ekosistemlerinde pik akımlar diğer arazi kullanımlarına göre daha az ve akış daha uzun sürede gerçekleştiği için (Neary ve diğ., 2009; Pamukçu ve diğ., 2015) su akışının kontrolü sağlanmakta aynı zamanda potansiyel ekstrem iklim olayları da azalmaktadır.

g. Bitkilerin tozlaşması: Ekosistemlerin düzenleyici hizmetleri arasında ayrıca bitkilerin tozlaşmasının sağlanması da yer almaktadır. Doğal karasal ekosistemlerde bitkilerin çoğunlukla hayvanlar (arı, böcek türleri gibi) tarafından tozlaşmasının sağlanması insanlara gıda sağlamakta ve biyoçeşitliliğin korunmasına yardımcı olmaktadır.

2.1.1.3. Destekleyici hizmetler

Destekleyici hizmetler (supporting ecosystem services), diğer ekosistem hizmetlerinin süreçlerini ve sürdürülebilirliğini destekleyen hizmetlerdir. Türler için habitat oluşturma, birincil üretim, besin ve su döngüsü, fotosentez ve toprak formasyonunun oluşması gibi canlıların ekosistemlerden faydalanacağı hayati önem taşıyan temel ve doğal süreçlerdir.

Felipe-Lucia ve Comín (2015) yaptığı bir çalışmada organik maddenin ekosistem hizmet indikatörü olarak ele alındığında kent alanları dışındaki tüm arazi kullanımlarının toprak formasyonunun oluşumunu desteklediğini; “Nehir kıyısı kalite indeksi (Riparian Quality Index)” (González del Tánago ve García de Jalón, 2011) ekosistem hizmet indikatörü olarak alındığında ise tüm arazi kullanımlarının türler için habitat oluşturmaya desteklediği sonucuna varmıştır.

2.1.1.4. Kültürel hizmetler

Kültürel hizmetler (cultural ecosystem services), rekreasyon ve turizm olanakları, eğitim, estetik değerler ve manevi deneyimlerdir. Yürüyüş yapma, avcılık, balık tutma, kamp yapma, kuş gözlemciliği, bisiklet sürme, at binme ile manzara ve yaban hayatı seyretme gibi özellikle orman ekosistemlerinde öne çıkan rekreasyonel aktivitelerdir. Bu hizmetler, rekreasyonun haricinde insanlara eğitim ve entellektüel gelişim olanağı da sunmakta; insanların doğayla iç içe olmasını ve doğayı tanımasını desteklemektedir.

Bundan dolayı kültürel hizmetler sadece insanların algısı için değil sosyo-ekolojik araştırmalar için de önemlidir.

Estetik değerler ve manevi deneyimler ise insanların memnuniyet derecesiyle ilişkilidir. Memnuniyet derecesi arz-talep derecesine bağlıdır. Bu hizmetlere duyulan talep ise sosyo-ekonomik, sosyo-kültürel ve demografik yapı ile bağlantılı olarak değişmektedir. Aynı zamanda bu talep, kentsel, kırsal ya da yarı-kentsel alanlarda yaşıyan insanlara göre de değişmektedir. Kentsel ortamdaki yoğun ve hızlı yaşam koşulları ile yeşil alanların az olması insanları rekreasyonel ya da psikolojik açıdan doğaya daha fazla yönlendirmektedir (Bolund ve Hunhammar, 1999).

2.1.2. Ekosistem Hizmetlerinin Sayısallaştırılmasına Dair Yaklaşım ve Yöntemler

Ekosistem hizmetleri önemli bir araştırma konusudur. Planlamalarda sürdürülebilirlik açısından koruyarak kullanma ya da sağlanan hizmetlerin kalitesi açısından gelecek için önlemlerin alınması amacıyla farklı yerlerde ve zamanlarda uluslararası literatürde bu hizmetlerin sayısallaştırılması ve haritalanması konusunda çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Ekosistem hizmet değerlerini haritalandıran Costanza ve diğ. (1997)'dan beri, bu değerlerin haritalanması ile ilgili yayınlar 2007 yılından sonra yaklaşık %60 oranında artmıştır (Schägner ve diğ., 2013).

Yayınların ve araştırmaların bu derece artışının sebeplerinden belki de en önemlisi günümüzde kent olgusunun ve kentleşmenin artmasıyla nüfusun da artmasıdır. Dünya nüfusunun yarısından fazlası (Dye, 2008) ve Avrupa'da nüfusun %75'i il ve ilçe merkezlerinde yaşamaktadır. Ülkemizde ise TÜİK⁶ verilerine göre; 1955 yılında toplam nüfusun %28.8'i il ve ilçe merkezlerinde yaşamakta iken 2014 yılında bu oran %91.8 dir. Yine aynı kaynağa göre; İstanbul ilinin nüfusu 2007 yılından 2014 yılına 12.574 binden 14.377 bine çıkmıştır. Artan nüfus, kentleşmenin yoğunlaşmasını ve yayılmasını beraberinde getirmektedir.

Kentler heterojen bir yapıya sahiptir. Bu heterojenliği ekosistem hizmetleri açısından analiz etmek ve değerlendirmek amacıyla nüfus yoğunluğunu da göz önünde bulundurmak gerekir (Gómez-Baggethun ve Barton, 2013). Çünkü nüfusa bağlı olarak bireyler aynı kentsel ekosisteme daha fazla çeşitlilik katmaktadır. Örneğin; kentsel

⁶ Türkiye İstatistik Kurumu resmi internet sitesi, www.tuik.gov.tr, [Ziyaret tarihi: 3 Nisan 2015].

alanlardaki vejetasyon ve su yüzeyleri kırsal alanlara göre kentleşme baskısı ve kullanma yoğunluğuna bağlı olarak daha fazla bozulmaya uğramaktadır. Bundan dolayı kentsel alanlar daha fazla mekânsal çeşitlilik içermektedir. Bu heterojen yapıda; nüfus yoğunluğu ve sosyo-demografik yapı çeşitliliğine bağlı olarak (Tyrväinen ve diğ., 2005; Escobedo ve diğ., 2011) kentsel yeşil alanlar farklı ekosistem hizmetleri sunmaktadır. Nüfus yoğunluğunun artması daha fazla doğal kaynak ihtiyacına neden olmaktadır. Örneğin, kaynak ihtiyacının neden olduğu ormansızlaştırma sonucu sadece orman alanları değil, ormanların sunduğu ekosistem hizmetleri de azalmaktadır (Seabrook ve diğ., 2011).

European Commission Technical Report (2013)'a göre; Avrupa Birliği Biyoçeşitlilik Stratejisi Aksiyon 5 (EU Biodiversity Strategy Action 5) üye devletlere sürdürülebilirliğin sağlanması, gerekli önlemlerin alınması ve restorasyon uygulamaları için ekosistemlerin ve ekosistem hizmetlerinin durumunun belirlenmesi ve haritalandırılması için çağrı yapmıştır. Bu stratejiye göre 6 hedef belirlenmiştir:

1. Koruma alanlarında olan habitatlar özellikle düzenleyici ve kültürel ekosistem hizmetleri açısından daha fazla biyoçeşitliliğe ve potansiyele sahip olduğundan bu alanların belirlenmesi ve haritalandırılması,
2. Degrede ekosistemlerin restorasyonu ve yeşil alt yapının oluşturulması,
3. Tarım ve ormancılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliği,
4. Balıkçılık ve deniz ekosistemlerinin sürdürülebilirliği,
5. Biyoçeşitliliğe ve dolayısıyla ekosisteme zarar veren yabancı otlarla mücadele,
6. Küresel biyoçeşitlilik kaybının olduğu yerlerin belirlenmesidir.

Ekosistem hizmetleri, hizmetlerin kullanım tipi ya da yoğunluğuna ve insan aktivitelerinin doğrudan ya da dolaylı etkilerine bağlı olarak nitel ve nicel olarak değişebilmektedir. Ekosistem hizmetlerinin ekolojik ve ekonomik değeri; arazi kullanımları (Van der Biest ve diğ., 2015), iklim değişikliği, doğal afetler, yönetim kararları, alana ait biyofiziksel özellikler ile sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel değişkenliğe bağlı olarak değişmektedir. Yönetim ve planlama yaklaşımlarında

ekosistem hizmetlerinin sayısallaştırılması ve haritalandırılması, ekosistem hizmetlerinin mevcut durumunun belirlenmesi, koruma-kullanma çerçevesinde planlamalara entegrasyonu için ekolojik, ekonomik ve sosyal yeni yönetim yaklaşımları sağlamaktadır. Tüm bu gereklilik ve zorunluluklar ekosistem hizmetlerinin sayısallaştırılmasına yönelik olarak yapılan çalışmaları hem ekolojik hem ekonomik değerlendirme açısından artırmıştır.

Arazi kullanımının ve arazi kullanım değişiminin ekosistem hizmetleri üzerine etkisi (Lee ve diğ., 2009; Estoque ve Murayama, 2012; Koschke ve diğ., 2012; Wang ve diğ., 2014; Wang ve diğ., 2015), peyzaj ölçeğinde ekosistem hizmetlerinin ve ekosistemlerin değerlendirilmesi (Yapp ve diğ., 2010) ve ekosistem hizmetleri üzerinden politikaların oluşturulması (Burkhard ve diğ., 2013; Kirchner ve diğ., 2015; La Notte ve diğ., 2015) gibi diğer disiplinler ile ekosistem hizmetlerinin birlikte değerlendirmeleri gün geçtikçe artmaktadır.

Wang ve diğ. (2015), arazi kullanım değişikliğinin ekosistem hizmetleri üzerindeki etkilerini incelemek üzere doğal sulak alanların ve etkin tarım alanlarının olduğu çalışma alanında düzenleyici (su verimi ve karbon tutumu), destekleyici (uygun su kuşu habitatları) ve kaynak sağlayan hizmetleri (gıda üretimi) değerlendirmiştir. Yöntemde, yüzey enerji dengesi algoritmaları (surface energy balance algorithms for land), toprak örneklemeleri ve empirik su kuşu habitat uygunluk modeli kullanılmıştır. Çalışma sonucuna göre; sulak alandan tarım alanına geçişte su verimi ve gıda üretimi artarken, karbon tutumu (%14) ve uygun su kuşu habitatları (%23) azalmaktadır. Bu yaklaşım ekosistem hizmet kayıplarının ekonomik açıdan önemli olduğu yerlerde peyzaj planlama ve karar verme süreçleri için kullanılabilir.

Wang ve diğ. (2014)'e göre Çin'in özellikle kuzeybatı, kuzeydoğu ve kuzey bölgelerinde arazi kullanım değişikliğinden dolayı ekosistem hizmet değerleri %1.52 azalmıştır. Ekosistem hizmetlerini azaltan temel değişiklik yerleşim alanlarının artması, orman ve mera alanlarının azalmasıdır.

Ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi ekolojik açıdan ekonomik araştırmalarda da önemli bir konu olmuştur (Zhang ve diğ., 2010). Ekosistem hizmetlerindeki ekonomik değerlendirmeler, özellikle düzenleyici, destekleyici ve kültürel hizmetler açısından daha önemlidir. Kaynak sağlayan hizmetler (gıda, hammadde, temiz su vb.)

pazarlanabilir olması açısından belli bir ekonomik değere sahiptir. Fakat kaynak sağlayan hizmetler dışındaki hizmetlerin (rekreasyon, su verimi, erozyon önleme vb.) ekonomik değerlendirmesi bu hizmetlerin belirli teknik ve yöntemlerle sayısallaştırılmasına ve değerlendirilmesine bağlıdır.

Helian ve diğ. (2011), 1988 ile 2002 yılları arasında kentsel bir alanda yaptığı çalışmada arazi kullanımındaki değişimin tarım alanlarında azalma ve yapısal alanlarda artmanın fark edilebilir düzeyde olduğuna işaret etmiş ve kentleşme ile birlikte daha fazla alanın imara açıldığını göstermiştir. Toplam ekosistem hizmet değerlerinin yaklaşık %80'ini sağlayan baskın arazi kullanımları orman ve tarım alanlarıdır. Ancak arazi kullanımlarındaki değişiklik sonucu (tarım alanlarındaki azalma ve yapısal alanlarda artış), toplam ekosistem hizmetleri değeri yılda yaklaşık €370000 azaltmıştır.

Dominati ve diğ. (2014) yaptıkları çalışmada tarım ekosistemlerinden sağlanan hizmetleri toprak tipinin değişikliğine bağlı bir yöntem uygulayarak hem sayısallaştırmış hem de ekonomik olarak değerlendirmiştir. Çalışma biyofiziksel olarak toprak tipi değişikliğinin bu hizmetlerde ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Besin ve kirlenici maddelerin filtre edilmesi en yüksek değerde sağlanan ekosistem hizmeti iken; bunu gıda temini ve sel riskinin azaltılması takip etmektedir. Düzenleyici hizmetlerin ekonomik değeri, kaynak sağlayan hizmetlerden 2.5 kat daha önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

2.2. PEYZAJ PLANLAMA SÜRECİ, YAKLAŞIMLARI VE YÖNTEMLERİ

Peyzajların özellikleri (kırsal, kentsel vb.), fonksiyonları, değişimleri, etkileşimleri, süreçleri ve sistemleri peyzaj planlama ile doğrudan ilişkilidir. Doğal ve kültürel peyzajların korunması ve artırılması, süreçlerin en doğru şekilde işlemesi ve sistemlerin sürdürülebilir olması açısından entegre bir bakış açısıyla planlama kriterlerinin belirlenmesi, planlama kararlarının alınması ve sürecin bu kriter ve kararlara göre uygulanması gerekmektedir.

Peyzaj planlama, geleceğe yönelik olarak doğal ve kültürel peyzaj değerlerinin oluşturulması, mevcut değerlerin koruma-kullanma dengesi sağlanarak artırılması ve bu değerlerin iyileştirilmesi için yapılan yönetim stratejileri, plan ve projelerin uygulanmasını içeren planlamadır. Planlama doğrultusunda mevcut kırsal, kentsel ve yarı-kentsel peyzajlarda koruma önlemlerinin alınması ve artırılması, sadece mevcut

doğal kaynakların (biyolojik kaynaklar, su ve enerji kaynakları gibi) değil, aynı zamanda bu kaynakların etkileşim içinde olduğu ekosistemlerin insanlara sunduğu hizmetlerin de sürdürülebilirliği demektir.

Doğal ve insan etkisinin olduğu peyzajların ekolojisinde; peyzajın strüktürü, fonksiyonu ve mekânsal ve zamansal desen ve süreçlerin değişimi planlama yaklaşımlarını ekolojik yaklaşımla yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Ekolojik planlama, doğal ve insan etkileri sonucunda peyzaj fonksiyonlarındaki değişimlerin mekânsal durumları ya da beklentilerinin süreci olarak tanımlanabilir. Ekolojik peyzaj planlama yaklaşımları ve yöntemleri 5 başlıkta incelenmiştir (Ndubisi, 2002): (1) Peyzaj uygunluk yaklaşımları, (2) uygulamalı-insan-ekolojisi yaklaşımı, (3) uygulamalı-ekosistem yaklaşımı, (4) uygulamalı-peyzaj-ekolojisi yaklaşımı ve (5) peyzaj değerleri ve algısının değerlendirilmesi.

Peyzaj uygunluk yaklaşımları: Peyzaj uygunluk yaklaşımları ve yöntemleri (Tablo 2.2), belirli bir kullanım için arazinin uygunluğuna odaklanmakta ve bu uygunluğa bağlı olarak mevcut durumda özel yönetim uygulamalarının belirlenmesini sağlamaktadır. Yaklaşımlarda genel mantık ve analitik temel aynıdır: Belirli bir arazi kullanımını destekleyen peyzaj uygunluğu fiziksel, biyolojik, kültürel, ekolojik, sosyal ve ekonomik kaynaklara göre değişmektedir. Bu kaynakların yerleri, dağılımları ve birbirleri ile etkileşimleri tam olarak anlaşılırsa hem arazi kullanımları için optimal alan seçilmekte hem de çevresel etkiler en aza indirilmiş olmaktadır. Yaklaşımlarda arazi kullanımlarını belirlemek ve her arazi kullanımı için uygunluk değerlerinin sınıflandırılması esastır.

Uygulamalı insan ekolojisi yaklaşımı: Ekoloji planlamanın bir parçasıdır. İnsan ise ekolojiyi oluşturan parçalardan birisidir. Uygulamalı-insan-ekoloji yaklaşımı, hem yapılanmanın olduğu alanlarda hem de doğal peyzajlarda optimal arazi kullanım kararlarına yön göstermek amacıyla insan ve biyofiziksel çevre arasındaki karşılıklı etkileşimi ile ilgili verileri kullanmaktadır.

Tablo 2.2: Peyzaj uygunluk yaklaşımları ve yöntemleri (Ndubisi, 2002).

Yaklaşım	Yöntem	Tanım	Uygulama / Açıklama
Peyzaj Uygunluk Yaklaşımı (I)	Gestalt Yöntemi	Peyzaj desenlerinin algılanabilirliği ve analizi.	Hava fotoğrafları ve uzaktan algılama verileri ya da gün içinde farklı zamanlarda yapılan arazi gözlemlerine göre peyzaj desenleri belirlenir. Önerilen arazi kullanım etkileri tanımlanır. Potansiyel kullanımı destekleyen desenlerin yetenekleri belirlenir. Her arazi kullanımı için önerilen kullanımı destekleyen tüm desenlerin yeteneğini gösteren haritalar hazırlanır.
	The National Resources Conservation Service Capability System (NRCS) kabiliyet sistemi	Farklı arazi kullanımlarındaki toprak yeteneğinin belirlenmesi.	Topraklar sınıf, alt sınıf ve üniteler olmak üzere sınıflandırılır. Tarım üretimi, planlama ve kaynak yönetiminin değerlendirilmesi için arazi kullanımlarını belirlemek için toprak limitlerine bağlı olarak derecelendirilir.
	Angus Hills ya da fizyografik ünite yöntemi (1961)	Peyzaj fizyografik ünitelere bölünmesi daha sonra planlama amacına göre tekrar bir araya getirilmesi.	Ekolojik envanter çıkarılır. Peyzaj fizyografik ünitelere (alan bölgesi, peyzaj tipi, alan sınıfları, alan tipleri ve alan üniteleri) bölünür. Öneri arazi kullanımlarının karakterleri ve gereksinimleri tanımlanır. Uygunluk, kabiliyet ve fizibilite değerlendirmeleri bir haritada birleştirilir. Yönetim kılavuzunda öneri kullanımların nasıl yürürlüğe konabileceği belirtilir.
	Philip Lewis ya da kaynak-desen yöntemi (1960-1970)	Peyzajdaki eşsiz algısal özelliklerinin desenlerinin tanımlanması ve bu desenlerin bölgesel peyzaj planlamalarına entegre edilmesi.	Major ve minor kaynaklar belirlenir. Haritaları kendi aralarında çakıştırılarak, kaynaklar bütünsel olarak ele alınır. Çevresel koridorlar içinde yer alan bu kaynaklar koruma önceliklerine göre derecelendirilir.
	Ian McHarg uygunluk yöntemi	Ekolojik envanter çıkarılarak her kullanım için uygunluğun belirlenmesi.	Arazi kullanımları belirlenir. Ekolojik envanter çıkarılır. Her faktör haritalandırılır ve sınıflandırılır. Öneri arazi kullanımları için uygun olan alanların belirlenmesi amacıyla faktörler belirlenir. Belirlenen faktörler öneri arazi kullanımlarının uygunluğu için üst üste çakıştırılır. Arazi kullanımları için hazırlanan uygunluk haritaları tek bir haritada birleştirilir.
Peyzaj Uygunluk Yaklaşımı (II)	Peyzaj-ünite ve peyzaj-sınıflandırma yöntemleri	Peyzajlarda doğal ve kültürel karakterlerin önceden belirlenen kriterlere göre kategorize edilmesi.	Tek bir peyzaj karakterine odaklanır. Çoklu peyzaj karakterlerinin önemini vurgular. Ekolojik açıdan homojen alanları açık bir şekilde tanımlar. Sosyal, kültürel ve ekonomik veriler tanımlanır.
	Peyzaj-kaynak survey ve değerlendirme yöntemleri	Biyo-fiziksel, sosyal, ekonomik ve teknolojik faktörlerin envanteri, analizi ve sentezi.	Potansiyel arazi kullanımları için optimal yerlerin belirlenmesi amacıyla biyo-fiziksel, sosyal, ekonomik ve teknolojik faktörlerin envanteri, analizi ve sentezini vurgulamaktadır. Homojen arazi üniteleri belirlenir, kombinasyon ve/veya derecelendirme faktörleri potansiyel arazi kullanımlarının belirlenmesi amacıyla kullanılır.
	Arazi sınıflandırma (allocation) değerlendirme yöntemleri	Alternatif arazi sınıflandırma seçeneklerinin değerlendirilmesi.	Peyzajda çeşitli yerlerin arazi kullanımları için saptanması ve projenin amacı, kapsamı ile sosyal, ekonomik ve çevresel etkilere göre alternatif arazi sınıflandırma seçeneklerinin değerlendirilmesi. Teknik ve prosedürel açıdan benzerlik gösterse de peyzaj-kaynak survey ve değerlendirme yöntemlerinden en büyük farkı rekabet eden peyzaj- arazi ayırma seçeneklerinin değerlendirilmesidir.
	Stratejik uygunluk yöntemleri	Alternatif arazi sınıflandırma seçeneklerine göre belirlenen optimal arazi kullanımının uygulanma kapasitesinin değerlendirilmesi.	Proje amacı ve kapsamı belirlenir. Bir dizi arazi ayırma kurallarına bağlı olarak arazinin farklı yerlerinde arazi kullanımları saptanır. Alternatif arazi sınıflandırma seçenekleri değerlendirilir ve optimal olanı seçilir. İzin verilebilir arazi kullanımların ve stratejilerinin yönetimi için temel yönetim kılavuzu geliştirilir. Seçilen optimal kullanımdaki aktivitelerin artırılması için yönetim mekanizmaları, stratejileri ve programları belirlenir. Uygulamanın etkisini görmek ve değerlendirmek amacıyla mekanizmalar kurulur.

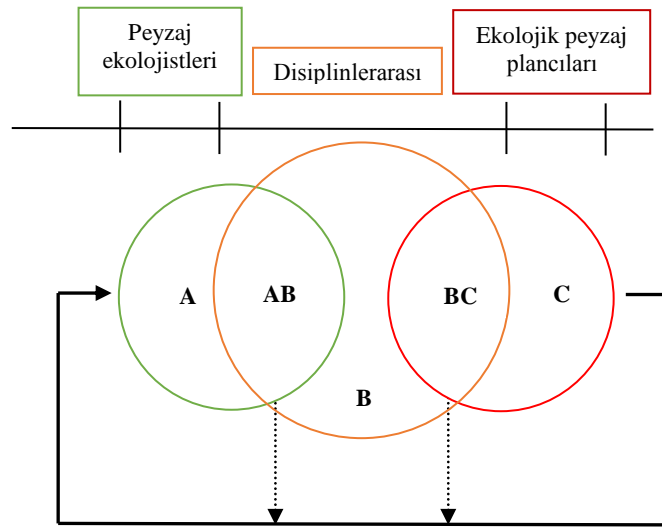
İnsanların çevrelerini nasıl etkilediğine, çevrelerinden nasıl etkilendiğine ve çevrenin insanlar üzerindeki etkilerine ilişkin kararların nasıl verildiğine odaklanmaktadır. Kültürel ve biyofiziksel faktörlerin bir arada değerlendirildiği “McHarg insan-ekoloji-planlama yöntemi”, bu yaklaşımla kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. Bu yöntemde amaç, çevresel ve kültürel geçmişin araştırılmasıyla insan ve ekoloji arasındaki dinamik dengeyi sağlıklı ve uygun bir şekilde yaratmaktır.

Uygulamalı ekosistem yaklaşımı: Uygulamalı-ekosistem yaklaşımı, peyzajların yapı ve fonksiyonu ile ekosistemlerin antropojenik ve doğal etkilere nasıl cevap verdiğini incelemektedir. Bu yaklaşımda ekosistem, birbiri ile ilişkili ve etkileşim içinde bulunan insan ve doğal sistemin birlikte ele alınması, anlaşılması ve analiz edilmesidir. Kentsel ve kırsal peyzajlarda büyük ölçekli büyüme, koruma, restorasyon ve yönetim kararlarının alınmasında bu yaklaşım kullanılabilir.

Yaklaşımda ekosistemlerin karakteristik yapısı ve fonksiyonları ele alınmakta, ekosistemlerin bu karakteristikleri hem zamansal hem mekânsal olarak tanımlanmaktadır. Yapı, doğal ve insan çevrelerinde biyotik ve abiyotik elementlerin mekânsal kompozisyonu iken, fonksiyon elementler içerisinde ya da arasında enerji ve madde akışıdır. Ndubisi (2002) bir ekosistemde anahtar karakteristikleri; ekosistem yapısı için (1) biyotik toplulukların kompozisyonu (biyokütle gibi), (2) abiyotik maddelerin miktarı ve dağılımı (besin ve su gibi) ve (3) varoluş koşullarının çeşitliliği ve derecesi (sıcaklık ve ışık gibi) ve ekosistem fonksiyonu için (a) sistemde enerji akışının dağılımı, (b) besin döngüsü oranı ve (c) fiziksel çevre ve organizmalar (insanlar dâhil) tarafından yapılan düzenlemeler olarak özetlemiştir. Uygulamalı-ekosistem yaklaşımı ekosistem sınıflandırması, ekosistem değerlendirmesi ve bütünsel ekosistem yönetimi yöntemleri olmak üzere üçe ayrılabilir: Ekosistem sınıflandırma yöntemleri, mekânsal ve zamansal olarak ekosistemlerin yapısal ve fonksiyonel karakteristiklerini tanımlamak için kullanılmaktadır. Ekosistem değerlendirme yöntemleri, ekosistem karakteristiklerini sınıflandırmak, etkileşimlerini incelemek ve stres karşısında davranışlarını değerlendirmektedir. Bütünsel ekosistem yönetimi ise interdisipliner, kapsamlı ve sonuç odaklı olarak bunları yerine getirebilmektedir.

Uygulamalı peyzaj ekolojisi yaklaşımı: Peyzaj ekolojisi, mekânsal yaklaşımlar ve/veya analizler ile ekosistemlerin fonksiyonel yaklaşımlarını birleştirmektedir. Peyzaj

ölçeğindeki ekosistem fonksiyonları “peyzaj – ekoloji” kavramlarının nasıl bir araya geldiğini göstermektedir. Ekolojik peyzaj planlaması, peyzaj ekolojisi ile ilişkilidir. Her ikisi de doğal ve insanın baskın olduğu peyzajların ekolojisi özellikle mekânsal ve zamansal desenleri ve süreçlerine odaklanmaktadır. Ancak ekolojik peyzaj planlaması, antropojenik ve doğal etkiler sonucunda peyzaj fonksiyonlarının nasıl değişebileceğini ekolojik olarak hipotezler ya da beklentiler ile ortaya koyduğu gibi sosyal, ekonomik ve politik olarak da mekân yaratma süreci iken; peyzaj ekolojisi bu sürecin tabanında, ekolojik peyzaj planlamasında sonuç odaklı olarak kullanılan teorilerdir (Şekil 2.1).



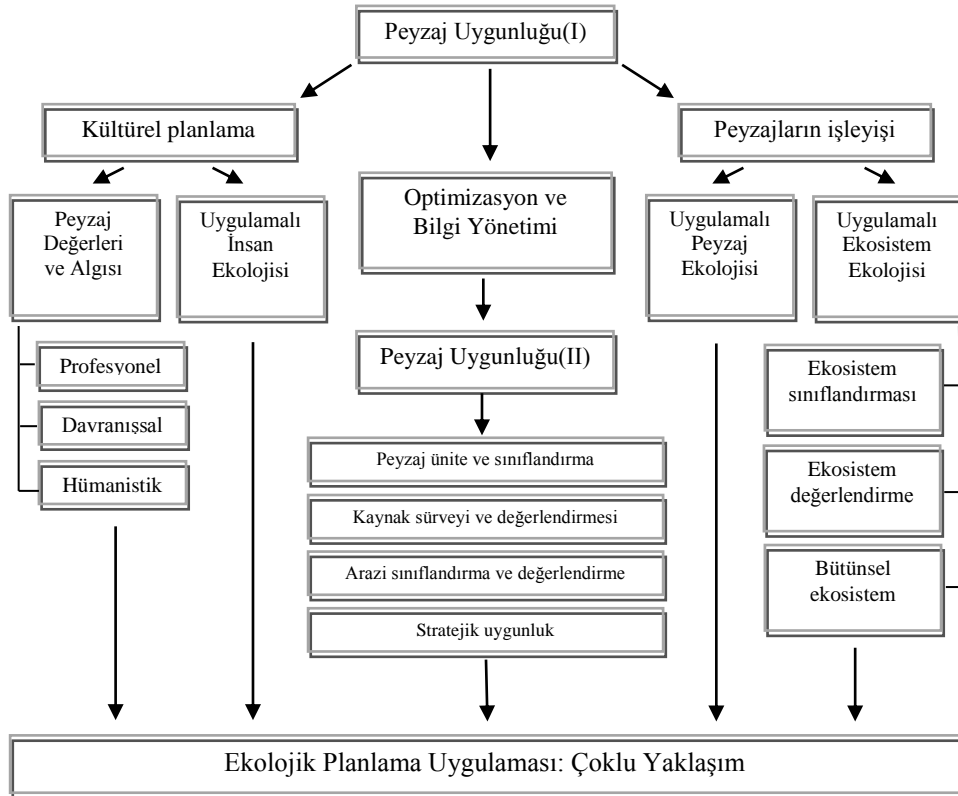
Şekil 2.1: Peyzaj ekolojisi ve ekolojik planlama arasındaki bağlantı (Ndubisi, 2002 kaynağından tekrar çizilmiştir).

Diyagramda A (temel peyzaj ekolojisi teorileri), desenler, süreçler ve değişim üzerine odaklanan peyzaj ekolojisinin temel teorilerini göstermektedir. Bir sonraki aşama (AB-peyzaj ekoloji uygulamaları) peyzaj ekolojistlerinin bu teorileri arazi çalışmaları ile test ve doğrulamalarıdır. Köprü konsepti (bridging concepts - B), bir peyzajda arazi kullanımlarının sürdürülebilir mekânsal biçimlerini yaratmak için peyzaj desenlerini ve süreçlerini tanımlayan interdisipliner fikirler ve çalışmalarıdır. Bu disiplinlerdeki profesyoneller, özellikle ekolojik planlamacılar, bu fikirleri ve çalışmaları teknolojinin kullanıldığı yaklaşımlar (CBS ve UA teknikleri gibi) ile spesifik ekolojik peyzaj planlama temelleri ve süreçlerine (BC) dönüştürür. Peyzaj ekolojisi teorilerinin doğrulandığı, interdisipliner çalışmaların yapıldığı, spesifik planlama temel ve süreçlerinin belirlendiği planlanan peyzajlarda (C) arazi kullanımlarının sürdürülebilir yaklaşımları için öneriler sunulmaktadır. AB, B, BC ve C süreçleri A sürecini desteklemektedir. Köprü konseptinde (1) ekotop toplulukları, (2) ünite-koridor-matris

çalışmaları, (3) hidrolojik peyzaj yapısı, (4) habitat ilişkileri ve (5) peyzaj-ekoloji tabanlı mekânsal temeller ön plana çıkmaktadır. İlk üç konsept peyzajların fonksiyonel bileşenlerini tanımlamaktadır. Peyzajların sınıflandırılması için temel sağlamakta ve peyzaj-ekoloji arasında bir bağlantı kurmaktadır. Habitat ilişkileri ise amaca ulaşmak için desenlerden ve süreçlerden gelen bilgileri sentezleyerek habitatlar arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Beşinci konsept ise ekolojik ilişkiler hakkında varsayımları kullanmaktadır.

Peyzaj değerleri ve algısının değerlendirilmesi: İnsan değerlerini ve estetik deneyimlerini anlamak için peyzaj değerleri ve algısı değerlendirilmektedir. Şüphesiz bu değerlendirme peyzajların nasıl oluşturulacağı ya da korunacağını da göz önünde bulundurmaktadır. Bu yaklaşımda, diğer yaklaşımlardan çok farklı olarak “insan” faktörü ön planda tutularak insanların peyzajlarla olan ilişkileri ele alınmaktadır.

Ekolojik peyzaj planlama yaklaşımlarının sentezi: Ekolojik planlamanın daha iyi anlaşılması için tüm bu yaklaşımlar sınıflandırılmıştır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Ekolojik planlama uygulaması: Çoklu yaklaşım (Ndubisi, 2002).

Ekolojik peyzaj planlama yaklaşımlarına bakıldığında aslında her bir yaklaşımın ekolojik temelli olduğunu ve insan ile peyzaj arasındaki ilişkileri ele aldığını görmekteyiz. Başka bir deyişle, birbiri ile etkileşim içinde olan fiziksel, biyolojik ve kültürel faktörlerin sistemi olan peyzajı kavramsallaştırmak için ekosistemi temel alan yaklaşımlardır. Bu sınıflandırmaya göre “peyzaj değerleri ve algısı” ile “uygulamalı insan ekolojisi” kültürel planlamanın içerisindeyken; “uygulamalı peyzaj ekolojisi” ve uygulamalı ekosistem ekolojisi” peyzajların işleyişi içerisinde gruplandırılmıştır. Optimal alan kullanımının belirlenmesi ise “peyzaj uygunluğu yaklaşımlarından” hareket etmektedir.

Ülkemizde yapılan çalışmalar açısından peyzaj planlama yaklaşım ve yöntemleri ise Uzun ve diğ. (2010a) tarafından beş sınıfa ayrılmıştır:

1. Doğal peyzaj elemanlarının çakıştırılarak ekolojik birimlerin oluşturulmasıyla yapılan planlama yaklaşımları (Başal, 1974; Başal ve diğ., 1983; Başal, 1988; Uzun, 2003).
2. Plan karelere dayanan (grid bazında) ve çalışılan ölçeğin detayına göre farklı karelerde peyzaj planlamaya ilişkin olası tüm kültürel ve doğal peyzaj elemanlarının plana yansıtılmış olduğu matematiksel modellemelerin yapıldığı çalışmalar (Altan, 1974; Altan, 1982; Ortaçşme, 1996; Mansuroğlu, 1997; Kaptan, 2007).
3. Coğrafi Bilgi Sistemleri aracılığıyla planlama ya da tasarımda istenilen kriterlere uyan alanların seçiminde veri tabanından sorgulama yoluyla yürütülen çalışmalar (Karadeniz, 1995; Şahin, 1996; Dilek, 1998; Yeşil, 2009).
4. Peyzajın yapısının ortaya konularak (ünite, koridor, matris), peyzaj içindeki süreçlerin analiz edilmesiyle yapılan çalışmalar (Herold ve diğ., 2003; Uzun, 2003; Deniz, 2005; Eşbah, 2009; Eşbah ve diğ., 2009; Tunçay ve diğ., 2009; Aksu, 2012; Yıldırım, 2013; Gültekin, 2014).
5. Peyzaj yapı ve fonksiyon analizi ile birlikte peyzaj karakter tiplerinin belirlenerek arazi kullanımına yönelik kararların verildiği çalışmalardır (Şahin, 1996; Şahin ve diğ., 2007; Uzun ve diğ., 2010b).

Bu sınıflandırmaya ek olarak peyzaj planlamada önemli ve son yıllarda çalışmaların oldukça arttığı beş yaklaşım daha eklenebilir:

- Kent içinde yeşil alan envanterinin çıkarılması ve yeşil alan sistemlerinin belirlenmesi (Erdem, 1996).
- Peyzaj değişiminin zamansal analizler sonucunda mekânsal olarak belirlenen planlama yaklaşımları (Uzun ve diğ., 2000; Eşbah, 2007; Eşbah ve diğ., 2010; Uzun ve diğ., 2012).
- Coğrafi Bilgi Sistemleri ve/veya uzaktan algılama yöntem ve tekniklerinin kullanılmasıyla peyzaj planlama yaklaşımlarının havza yönetim uygulamaları ile birlikte ele alındığı, havza planlama ve yönetim yöntemlerinin uygulanarak; alan kullanımının uygunluğunun ya da optimal alanın belirlenmesine ilişkin çalışmalar (Yıldız, 2006; Yeşil, 2010; Konaklı, 2011; Pamukçu, 2011) ile havzalarda ekolojik risk alanlarının belirlenmesine ait çalışmalar (Erdoğan, 2012).
- Ekosistem hizmetlerinin ele alındığı çalışmalar (Albayrak, 2012).
- Ekosistem bileşenlerinin modellenmesi (Dönmez, 2012) ve alan kullanımı ile ekosistem bozunumu ilişkileri ile ilgili çalışmalar (Yılmaz, 2009).

2.3. PEYZAJ STRÜKTÜRÜ İLE EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN İLİŞKİSİ

Arazi kullanımları ve arazi kullanımlarının değişmesi peyzaj strüktürünün bozulması ya da değişmesi anlamına gelmekte, biyoçeşitliliğin ve ekosistem sağlığını ve insanlar için gerekli olan kritik ekolojik süreçleri etkileyerek fonksiyonel bütünlüğü tehlikeye atabilmektedir (With, 1997). Doğal afetler, iklim değişikliği ya da kaynak ihtiyacından kaynaklanan antropojenik etkiler ile peyzaj desenleri değişmekte, peyzajların değişmesi ekosistemlerin zamansal ve mekânsal kompozisyonu ve dağılımını gösteren “mekânsal heterojenliği” değiştirmekte ve sonucunda da ekolojik süreçleri, ekosistemi ve ekosistem hizmetlerini etkilemektedir. Bu aşamada ekosistem hizmetlerinin mekânsal olarak planlamaya dâhil edilmesi ve koruma planlarının geliştirilmesi (Koschke ve diğ., 2012) önem kazanmaktadır.

Ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi ve/veya sayısal olarak ifade edilmesi peyzaj planlama açısından önceliklendirme ya da risk alanlarının belirlenmesi açısından

önemlidir. Ekosistem hizmetlerinden en üst düzeyde yararlanmak için entegre bir yaklaşıma dayalı olarak peyzaj strüktürü değerlendirilmelidir. Örneğin; doğal vejetasyonun olduğu küçük ve ayrıık alanların diğer arazi kullanımlarıyla birlikte korunabileceği şekilde değerlendirilme yapılmalıdır (Forman, 1995). Çünkü orman alanları ve diğer arazi kullanımları farklı oran ve özelliklerde ekosistem hizmetleri sunmaktadır. Bu alanların peyzajda ayrıık kalan yeşil alanlarla desteklenmesi (Crow, 2008), fragmantasyona uğramış alanların da temiz hava, su üretimi ya da odun üretimi gibi yüksek kalitede ekosistem hizmeti sağlama olasılığını da artıracaktır.

Peyzaj strüktürünün tanımlanması ekosistem hizmetlerinin üzerindeki etkisini ortaya çıkarmaktadır. Bu etki olumlu ya da olumsuz olabilmektedir. Örneğin; fragmantasyon peyzaj strüktüründe arazinin parçalanma yoğunluğunu ve yönelişini göstermektedir. Fragmantasyonun ekosistem hizmetleri üzerindeki etkisi ve bu hizmetlerin insanlara ulaşımı arasında bir ilişki kurularak değerlendirme yapılabilmektedir (Mitchell ve diğer., 2015).

Ekosistem hizmetlerinin ve peyzaj desen metriklerinin kullanılması ile belirlenen peyzaj strüktürünün birlikte ele alınması (Johnson ve diğer., 1997; Uuemaa ve diğer., 2005; Xiao ve Ji, 2007; Lee ve diğer., 2009; Ouyang ve diğer., 2010; Carey ve diğer., 2011; Łowicki, 2012; Memarian ve diğer., 2012; Syrbe ve Walz, 2012; Xia ve diğer., 2012; Zhou ve diğer., 2012; Huang ve diğer., 2013; Ren ve diğer., 2013; Schindler ve diğer., 2013; Shi ve diğer., 2013; Bu ve diğer., 2014; Godwin ve diğer., 2015; Li ve Zhou, 2015) ile peyzaj ekolojisinde ve planlamasında peyzaj desenleri ile ekosistemlerin ve ekosistem hizmetlerinin etkileşimlerini belirlemek ve değerlendirmek mümkündür. Böylece peyzaj strüktürü ile ekosistem hizmetleri arasındaki denge hem ekolojik hem sosyo-kültürel hem de ekonomik olarak genellikle CBS ve UA teknikleri kullanılarak farklı ölçeklerde ve amaçlarda incelenebilmektedir. Örneğin; ekosistemlerin su üretim hizmetlerinden su kalitesinin iyileştirilmesine etki eden potansiyel peyzaj metrikleri ve bu metrikler ile olan etkileşimleri Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.3: Su üretim hizmeti su kalitesi iyileştirme değerlendirme kriterleri ve potansiyel peyzaj desen metrikleri.

Potansiyel peyzaj desen metriği	Parametreler ve Etkileşimleri						Kaynak
	1996 (kuru)	Etkileşim	2002 (kuru)	Etkileşim	2007 (kuru olmayan)	Etkileşim	
Proporsiyon indeksleri (Yerleşim alanları)	NH ₄ -N, COD _{Mn}	+	NH ₄ -N	+	NH ₄ -N, COD _{Mn}	+	Huang ve diğ. (2013)
Proporsiyon indeksleri (Tarım alanları)		KÖD		KÖD	NH ₄ -N	-	
Proporsiyon indeksleri (Doğal alanlar)		KÖD		KÖD		KÖD	
Ünite yoğunluğu (PD)	NH ₄ -N	-		KÖD		KÖD	
Shannon'ın çeşitlilik indeksi (SHDI)		KÖD	COD _{Mn}	+		KÖD	
Potansiyel peyzaj desen metriği	Parametre					Etkileşim	Xiao ve Ji (2007)
Proporsiyon indeksleri (Mera alanları)	İletkenlik (EC), Toplam Cd, Pb, Fe, Zn, Al					KÖD	
Proporsiyon indeksleri (Yerleşim ve ticari alanlar)	EC, Toplam Fe, Zn, Al					+	
Proporsiyon indeksleri (Maden atık alanları)	EC, Toplam Cd, Pb, Fe, Zn					+	
Proporsiyon indeksleri (Orman alanları)	EC, Toplam Cd, Pb, Fe, Zn, Al					-	
Proporsiyon indeksleri (Tarım alanları)	EC / Toplam Pb					- / +	
Kenar yoğunluğu (ED) (Mera alanları)	Toplam Pb					+	
Kenar yoğunluğu (ED) (Maden atık alanlar)	EC, Toplam Cd, Pb, Fe, Zn, Al					+	
Kenar yoğunluğu (ED) (Orman alanları)	EC, Toplam Cd, Pb, Fe, Zn, Al					-	
Ünite yoğunluğu (PD)	EC					+	
Yayılma (CONTAG)	EC, Toplam Fe, Toplam Zn					-	
Serpişme ve bitişiklik indeksi (IJI)	EC, Toplam Zn					+	
Potansiyel peyzaj desen metriği	Parametre					Etkileşim	
Ünite yoğunluğu (PD)	Toplam N, PO ₄ -P					-	
Potansiyel peyzaj desen metriği	Parametre					Etkileşim	Uuema ve diğ. (2005)
Kenar yoğunluğu (ED)	BOD ₇ , Toplam N					-	
Ünite yoğunluğu (PD)	BOD ₇ , COD _{KmnO4}					-	
Ortalama şekil indeksi (SHAPE_MN)	COD _{KmnO4} / Toplam N					+ / -	
Ortalama en yakın komşu mesafesi (ENN_MN)	Toplam N					+	
Yayılma indeksi (CONTAG)	COD _{KmnO4}					-	
Ünite zenginlik yoğunluğu (PRD)						KÖD	
Shannon'ın çeşitlilik indeksi (SHDI)						KÖD	

Tablo 2.3 (devam): Su üretim hizmeti su kalitesi iyileştirme değerlendirme kriterleri ve potansiyel peyzaj desen metrikleri.

Potansiyel peyzaj desen metriği	Parametreler ve Etkileşimleri				
	Yaz mevsimi	Etkileşim	Sonbahar mevsimi	Etkileşim	
Yayımla indeksi (CONTAG)	BOD, COD, Toplam N, Toplam P	-	BOD, COD, Toplam N, Toplam P	-	Lee ve diğ. (2009)
Shannon'ın çeşitlilik indeksi (SHDI)	BOD, COD, Toplam N, Toplam P	+	BOD, COD, Toplam N, Toplam P	+	
Ünite yoğunluğu (PD)	BOD, COD	+	BOD, COD, Toplam P	+	
En büyük ünite indeksi (LPI)	BOD, COD, Toplam N, Toplam P	-	BOD, COD, Toplam N, Toplam P	-	
Kenar yoğunluğu (ED)	BOD, COD, Toplam N, Toplam P	+	BOD, COD, Toplam N, Toplam P	+	
Ortalama şekil indeksi (SHAPE_MN)	COD	-	COD	-	
Ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN)	BOD, COD, Toplam P	-		-	
Kümelenme indeksi (AI)	BOD, COD, Toplam N, Toplam P	-	BOD, COD, Toplam N, Toplam P	-	
Bağıntı indeksi (COHESION)	BOD, COD	-	BOD, COD, Toplam N	-	
Potansiyel peyzaj desen metriği	Parametre			Etkileşim	
Peyzaj gelişme yoğunluğu indeksi (LDI)	NO _x -N			-	
En büyük ünite indeksi (LPI)				-	
Potansiyel peyzaj desen metriği	Parametre			Etkileşim	Lowicki (2012)
Proporsiyon indeksleri (Tarıma elverişli arazi)	Nitrat, Fosfat			+	
Proporsiyon indeksleri (Mera)	Nitrat			-	
Proporsiyon indeksleri (Orman)	Nitrat			-	
Proporsiyon indeksleri (Kentsel doku)				KOD	
Kümelenme indeksi (AI)	Su kalite indeksleri (Azot konsantrasyonu, Azot konsantrasyonu, toplam Fosfor, BOD ₅ , toplam organik karbon)			+	
Ortalama çekirdek alan indeksi (CAI_MN)	Su kalite indeksleri			+	
Yayımla indeksi (CONTAG)	Su kalite indeksleri			+	
Peyzaj bölünme indeksi (DIVISION)	Azot konsantrasyonu			-	
Ortalama dönme yarıçapı (GYRATE MN)	Su kalite indeksleri			-	
En büyük ünite indeksi (LPI) (Tarıma elverişli arazi)	Azot konsantrasyonu			+	
İlgili ünite zenginliği (RPR)	Su kalite indeksleri			-	
Shannon'ın çeşitlilik indeksi (SHDI)	Azot konsantrasyonu			-	
Toplam kenar kontrast indeksi (TECI)	Azot konsantrasyonu			-	

Tablo 2.3 (devam): Su üretim hizmeti su kalitesi iyileştirme değerlendirme kriterleri ve potansiyel peyzaj desen metrikleri.

Potansiyel peyzaj desen metriği	Parametre		Etkileşim	Zhou ve diğ. (2012)
Proporsiyon indeksleri (kentsel alan)	Cl ⁻ , İletkenlik, NH ₃ -N, NO ₃ -N / Çözünmüş oksijen		+ / -	
Proporsiyon indeksleri (tarım alanı)	Çözünmüş oksijen		+	
Ünite yoğunluğu (PD) (kentsel alan)	Akış		+	
Ünite yoğunluğu (PD) (tarım alanı)	Çözünmüş oksijen		-	
Potansiyel peyzaj desen metriği	Parametreler ve Etkileşimleri			
	2002	Etkileşim	2007	Etkileşim
Ünite yoğunluğu (PD) (Yerleşim alanları)	KMnO ₄	+		
Ünite yoğunluğu (PD) (Kıraç arazi)			NH ₃ -N, KMnO ₄	+
Ünite sayısı (NP) (Yerleşim alanları)	KMnO ₄	+		
Ünite sayısı (NP) (Kıraç arazi)			NH ₃ -N, toplam fosfor, KMnO ₄ , sentetik kirlilik indeksi (Pr)	+
Shannon'ın çeşitlilik indeksi (SHDI)			NH ₃ -N, toplam fosfor, KMnO ₄ , sentetik kirlilik indeksi (Pr) / çözünmüş oksijen	+ / -
Shannon'ın eşitlik indeksi (SHEI)			NH ₃ -N, toplam fosfor, KMnO ₄ , sentetik kirlilik indeksi (Pr) / çözünmüş oksijen	+ / -
Proporsiyon indeksleri (Tarım alanları)	KMnO ₄	+	NH ₃ -N, toplam fosfor, KMnO ₄ , sentetik kirlilik indeksi (Pr)	+
Proporsiyon indeksleri (Orman alanları)	KMnO ₄	-	NH ₃ -N, toplam fosfor, KMnO ₄ , sentetik kirlilik indeksi (Pr)	-
Proporsiyon indeksleri (Yerleşim alanları)	KMnO ₄	+	NH ₃ -N, toplam fosfor, KMnO ₄ , sentetik kirlilik indeksi (Pr)	+
Proporsiyon indeksleri (Kıraç arazi)			KMnO ₄ , sentetik kirlilik indeksi (Pr)	+
Peyzaj şekil indeksi (LSI) (Tarım alanları)	KMnO ₄	+	KMnO ₄ , sentetik kirlilik indeksi (Pr)	-
Peyzaj şekil indeksi (LSI) (Kıraç arazi)			NH ₃ -N, toplam fosfor, KMnO ₄ , sentetik kirlilik indeksi (Pr)	+
Peyzaj şekil indeksi (LSI) (Yerleşim alanları)	KMnO ₄	+		

Xia ve diğ. (2012)

Tablo 2.3 (devam): Su üretim hizmeti su kalitesi iyileştirme değerlendirme kriterleri ve potansiyel peyzaj desen metrikleri.

Potansiyel peyzaj desen metriği	Parametreler ve Etkileşimleri				
	Kuru mevsim	Etkileşim	Yağışlı mevsim	Etkileşim	
Shannon'ın çeşitlilik indeksi (SHDI)	İletkenlik, klorür, SO ₄ , NH ₃ -N, NO ₂ -N, toplam fosfor / pH, Çözünmüş oksijen	+ / -	İletkenlik, toplam çözünmüş katı maddeler (TDS), klorür, SO ₄ , BOD ₅ , COD _{Mn} , SiO ₄ , NH ₃ -N, toplam azot, NO ₂ -N / pH, Çözünmüş oksijen	+ / -	Bu ve diğ. (2014)
Ünite yoğunluğu (PD)	İletkenlik, klorür, NH ₃ -N / pH, Çözünmüş oksijen	+ / -	İletkenlik, klorür, SO ₄ , BOD ₅ , SiO ₄ , NH ₃ -N, toplam azot, NO ₂ -N / pH	+ / -	
Ortalama şekil indeksi (SHAPE_MN)	pH, Çözünmüş oksijen / Klorür	+ / -	pH	+	
Yayımla indeksi (CONTAG)	pH, Çözünmüş oksijen / İletkenlik, klorür, SO ₄ , NH ₃ -N, NO ₂ -N	+ / -	pH, Çözünmüş oksijen / İletkenlik, TDS, klorür, SO ₄ , BOD ₅ , COD _{Mn} , SiO ₄ , NH ₃ -N, Toplam Azot, NO ₂ -N /	+ / -	
En büyük ünite indeksi (LPI)	pH	+	SO ₄	-	
Kenar yoğunluğu (ED)	İletkenlik, TDS, SO ₄ , NH ₃ -N / pH	+ / -	İletkenlik, TDS, klorür, SO ₄ , NH ₃ -N, BOD ₅ , COD _{Mn} , SiO ₄ , Toplam Azot, NO ₂ -N / pH	+ / -	
Ortalama en yakın komşu mesafesi (ENN_MN)	Çözünmüş oksijen / SiO ₄ , NH ₃ -N, PO ₄ , toplam fosfor	+ / -	Çözünmüş oksijen	+	
Bağıntı indeksi (COHESION)		KÖD	BOD ₅ , NO ₂ -N	-	
Potansiyel peyzaj desen metriği	Parametre			Etkileşim	
Toplam çekirdek alan (TCA)	Yüzeysel akış			KÖD	
Ayrı çekirdek alan yoğunluğu (DCAD)					
Dönme yarıçapı standart sapma (GYRATE)					
Bağıntı indeksi (COHESION)					
Shannon'ın eşitlik indeksi (SHEI)					
Çevre-alan kırılma boyut indeksi (PAFRAC)					
Serpişme ve bitişiklik indeksi (IJI)					

KÖD: Korelasyon önemli değil.

Huang ve diğ. (2013) peyzaj karakteristikleri ile su kalitesi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla 1996, 2002 ve 2007 yılları için yerleşim alanları yoğunluğu, tarım alanları yoğunluğu ve doğal alanların yoğunluğunun yanı sıra aynı zamanda ünite yoğunluğu (PD) ve Shannon'ın çeşitlilik indeksini (SHDI) de ele almıştır. Su kalitesinde ise COD_{Mn} ve NH_4^+-N değerlerini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda yerleşim alanları yoğunluğunun, incelenen üç yıl içinde her iki su kalitesi değeriyle pozitif korelasyona sahip olduğu, yani yerleşim yoğunluğunun artmasının COD_{Mn} and NH_4^+-N değerlerini de artırmakta olduğu belirlenmiştir. SHDI, 2002 yılı için COD_{Mn} parametresi ile pozitif; PD ise 1996 yılı için NH_4^+-N parametresi ile negatif korelasyona sahiptir.

Johnson ve ark (1997)'ye göre yaz aylarında bir havzanın strüktürel elemanları (eğim ve ünite yoğunluğu gibi) su kalitesine jeolojik faktörlere göre daha fazla ve negatif etki etmektedir. Toplam Azot ve nitrit + nitrattaki mevsimsel değişimler toplam Fosfor değerlerine göre daha fazla bulunmuştur.

Xiao ve Ji (2007) tarım alanları, mera alanları, orman alanları, maden alanları ve yerleşim/ticari alanları için proporsiyon indeksleri hesaplamıştır. Sınıf ölçeğinde mera alanlarının, orman alanlarının ve maden alanlarının kenar yoğunluklarını hesaplanmış; peyzaj ölçeğinde ise PD, yayılma (CONTAG) ile serpişme ve bitişiklik indeksi (IJI) belirlenmiştir. Çalışmanın sonucuna göre; yerleşim alanları ile maden alanları su kalitesi ile pozitif; orman alanları ise su kalitesi ile negatif korelasyona sahiptir. Ele alınan su kalitesi parametreleri ile kenar yoğunlukları arasında önemli derecede korelasyon bulunmaktadır. Pearson'ın korelasyon analizine göre PD, CONTAG ve IJI indeksleri ile iletkenlik arasında korelasyon bulunmaktadır.

Lee ve diğ. (2009) yaptıkları çalışmada BOD ve COD; kenar yoğunluğu (ED), PD ve SHDI ile pozitif; en büyük ünite indeksi (LPI), ortalama en yakın komşu mesafesi (ENN_MN), bağıntı indeksi (COHESION), kümelenme indeksi (AI) ve CONTAG ile negatif ilişkiye sahiptir. Mevsimsel olarak BOD ile peyzaj metrikleri arasında çok fazla fark yok iken COD ile bu fark daha fazladır. Toplam N ve Toplam P de ele alınan metrikler ile benzer ilişkiyi göstermekte; mevsimsel olarak önem dereceleri değişmektedir.

Uuemaa ve diğ. (2005) ise Estonya’da yaptıkları çalışmada CORINE arazi örtüsü sınıflandırması ile Base Map üzerinde ayrı ayrı peyzaj metriklerini hesaplamış su kalitesi ile aralarındaki ilişkiyi bulmaya çalışmıştır. Farklı altlıklardaki çalışmanın nedeni ise peyzaj metriklerindeki ölçek farklılığının belirlenmesidir. Çalışmanın sonucuna göre peyzaj metrikleri ile su kalitesi arasındaki korelasyon CORINE (Coordination of Information on the Environment) sınıflandırmasında daha fazla çıkmıştır. Spearman rank korelasyon matrisine göre CORINE sınıflandırması üzerinden yapılan peyzaj metriklerinin hesaplanması ve su kalitesi ile arasındaki ilişki belirlenmiştir.

Carey ve diğ. (2011), 1995-2004 yılları arasında 3 antropojenik etki indikatörü (peyzaj metrikleri, peyzaj gelişme yoğunluğu indeksi -LDI- ve geçirimsiz yüzey yüzdesi) ile yıllık Azot yükü ve toplam Fosforu analiz etmiştir. Kentsel alanlarda tarım alanlarına oranla daha az yıllık Azot yükü bulunmaktadır. LDI, peyzaj ölçeğindeki LPI ile sınıf ölçeğindeki orta derece tek aile yerleşim sınıfındaki LPI, yıllık $\text{NO}_x\text{-N}$ için en iyi göstergedir. Toplam inorganik Azot ($\text{NO}_x\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$) için herhangi bir önemli regresyon modeli bulunamazken; toplam Fosfor ise daha küçük mekânsal alanlarda (1000 m kanal zonu) indikatörlerden etkilenmektedir.

Łowicki (2012) iki farklı havza tipinde yaptıkları çalışmada 14 metriği 10 su kalitesi değişkeni ile değerlendirmiştir. Kompozisyon indeksleri su kalitesini açıklamada daha fazla potansiyele sahiptir. SHDI, nehirlerdeki Azot içeriğini gösteren iyi bir indikatördür. Ünitelerin mekânsal çeşitliliğinin yüksek olması daha az su kirliliği demektir. Bunun sebebi, ele alınan alanda insan etkisi ile arazi kullanımının değişmesi ve çeşitlenmesinin fazla olmasıdır.

Zhou ve diğ. (2012), 1990-2006 yılları için yaptıkları çalışmada arazi kullanımlarını belirlemiş, akışın ve su kalitesi değişkenlerinin üç ölçekte (alt havza, havza ve tampon bölge) peyzaj özellikleri ile ilişkisini incelenmiştir. Arazi kullanımları su kalitesini etkilediği gibi su kalitesi değişkenleri de (Cl^- , EC, $\text{NH}_3\text{-N}$ ve $\text{NO}_3\text{-N}$) peyzaj desenleri ile alt havza ölçeğinde diğer ölçeklere göre daha güçlü bir ilişkiye sahip olsa da üç ölçekte de korelasyona sahiptir. Kent alanlarındaki ünite yoğunluğu ile akış arasındaki korelasyon her üç ölçekte de pozitifdir. Alt havza ölçeğinde EC, $\text{NH}_3\text{-N}$ ve $\text{NO}_3\text{-N}$ kent

alanı yüzdesi ile pozitif, çözünmüş oksijen ile negatif iken; tarım alanı yüzdesi ile çözünmüş oksijen pozitif fakat tarım alanı ünite yoğunluğu ile negatiftir.

Xia ve diğ. (2012) su kalitesi ve peyzaj desenleri arasındaki ilişkiyi analiz etmek için uyguladıkları yöntemde 2002 ve 2007 yılları için su kalitesi verilerini, arazi kullanımını ve sayısal yükseklik modelini kullanmışlardır. İnsan etkisi ile sonucu gelişen alanlarda peyzaj fragmantasyonu artmakta ve su kalitesini olumsuz etkilemektedir. Çalışma alanındaki su kalitesinin bozulmasına etki eden temel neden tarım ve yerleşim alanlarının artmasıdır. Çalışmada ele alınan su kalitesi indekslerinin çoğu (çözünmüş oksijen hariç) yerleşim alanları ile pozitif, orman alanları ile negatif korelasyona sahiptir.

Bu ve diğ. (2014), 2009 yılı kuru ve yağışlı mevsimleri için bir havzada yaptığı çalışmada, korelasyon ve çoklu lineer regresyon analizleri vejetasyon olan alanların su kalitesine olan pozitif etkisini ve yağışlı mevsimde toplam Azotu önlemede rol oynadığını göstermektedir. Her iki mevsim de peyzaj metrikleri önemli derecede su kalitesini etkilemektedir. SHDI, klorür ve amonyak Azotu için öncelikli göstericidir. ENN_MN ise kuru mevsimde amonyak Azotu, ortofosfat ve toplam Fosforu tanımlamaktadır. Biyolojik oksijen gereksinimi ve permanganat yağışlı mevsim boyunca CONTAG ile ifade edilmektedir.

Li ve Zhou (2015) 2010 yılı için yüzeysel akışın düşük olmasından dolayı yüzeysel akış ile toplam çekirdek alan (TCA), ayrı çekirdek alan yoğunluğu (DCAD), dönme yarıçapı standart sapma (GYRATE), bağıntı indeksi (COHESION), Shannon'ın eşitlik indeksi (SHEI), çevre-alan kırılma boyut indeksi (PAFRAC) ve serpişme ve bitişiklik indeksi (III) arasında istatistiki öneme sahip bir korelasyon bulamamıştır. Ancak alt havza ölçeğinde uygulanan yöntemle yeni bir peyzaj indeksi eğim -HRU (hydrological response unit) peyzaj indeksi (SHLI)- dâhil edilmiştir. Yeniden yüzeysel akış ile peyzaj metrikleri arasındaki ilişkiye bakıldığında DCAD-SHLI ile yüzeysel akış arasında önemli ve pozitif bir korelasyon bulunmuştur.

Peyzaj strüktürü ile ekosistem hizmetleri arasındaki ilişkiye dair çalışmalara dair diğer bir örnek ise ekosistemlerin toprak koruma hizmetlerinden biri olan erozyon önleme sürecine etki eden potansiyel peyzaj metrikleri ve bu metrikler ile olan etkileşimleridir (Tablo 2.4).

Tablo 2.4: Toprak koruma ekosistem hizmeti değerlendirme kriterleri ve potansiyel peyzaj desen metrikleri.

Potansiyel peyzaj desen metriği	Değerlendirme kriteri	Etkileşim	Kaynak
Ünite yoğunluğu (PD)	Erozyon önleme (Erozyonu ve sediment taşınımını yavaşlatma, engelleme ve toprak verimliliğinin korunması)	-	Ouyang ve diğ. (2010)
En büyük ünite indeksi (LPI)		-	
Kenar yoğunluğu (ED)		-	
Peyzaj şekil indeksi (LSI)		-	
Şekil indeksi (SHAPE)		+	
Oransal kırılma boyut indeksi (FRAC)		+	
Çevre-alan kırılma boyut indeksi (PAFRAC)		-	
Yayılma (CONTAG)		-	
Shannon'ın çeşitlilik indeksi (SHDI)		-	
Simpson'ın modifiye çeşitlilik indeksi (MSIDI)		-	
Shannon'ın eşitlik indeksi (SHEI)		-	
Simpson'ın modifiye doğruluk indeksi (MSIEI)		-	
Shannon'ın çeşitlilik indeksi (SHDI)		+	
Kümelene indeksi (AI)		-	
En büyük ünite indeksi (LPI)	-	Shi ve diğ. (2013)	
Yayılma indeksi (CONTAG)	-		
Bağıntı indeksi (COHESION)	-		
Toplam çekirdek alan (TCA)	KÖD		Li ve Zhou (2015)
Ayrı çekirdek alan yoğunluğu (DCAD)	-		
Dönme yarıçapı standart sapma (GYRATE)	+		
Bağıntı indeksi (COHESION)	+		
Shannon'ın eşitlik indeksi (SHEI)	+		
Çevre-alan kırılma boyut indeksi (PAFRAC)	-		
Serpışme ve bitişiklik indeksi (IJI)	KÖD		
Ünite sayısı (NP)	-	Memarian ve diğ. (2012)	
Ünite büyüklüğü varyasyon katsayısı (PSCOV)	-		
Kenar yoğunluğu (ED)	-		
Shannon'ın çeşitlilik indeksi (SHDI)	-		
Shannon'ın eşitlik indeksi (SHEI)	+, -		
Serpışme ve bitişiklik indeksi (IJI)	+, -		

Ouyang ve diğ. (2010)'a göre peyzaj desenleri ile toprak erozyonu arasında yüksek korelasyon bulunmuştur. Örneğin; peyzaj düzeyinde ünite yoğunluğu (PD) ile toprak erozyonu arasındaki R^2 0.916'dır. Çalışmada ünite düzeyinde çayır alanlarına bakıldığında PD'nin yüksek olduğu, daha küçük ünite alanlarına ve daha fazla ünite kenarına sahip olduğu belirlenmiştir. Peyzaj desenlerinin heterojenliğinin daha fazla olduğu bu alanlarda kenar yoğunluğunun fazla olması erozyonu önlemektedir. Peyzaj desen çeşitliliği toprak erozyonu oluşmasını ve taşınmasını azaltmaktadır. Şekil indeksi (SHAPE) ve oransal kırılma boyut indeksinin (FRAC) toprak erozyonu ile ilişkisinin pozitif olması peyzaj şekil büyüklüğünün toprak erozyonu üzerindeki negatif etkisini göstermektedir.

Shi ve diğ. (2013) yaptıkları çalışmada 15 metriği kullanarak toprak erozyonu ve sediment birikimi ile peyzaj desenleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir.

Değerlendirmeye göre en büyük ünite indeksi (LPI), yayılma (CONTAG), kümelenme indeksi (AI) ve kenar yoğunluğu (ED) arttıkça toprak erozyonu azalma göstermektedir. Shannon'ın çeşitlilik indeksi (SHDI) ise toprak erozyonu ile pozitif korelasyona sahiptir.

Li ve Zhou (2015) 2010 yılı için yıllık sediment yükü ayrı çekirdek alan yoğunluğu (DCAD) ve çevre-alan kırılma boyut indeksi (PAFRAC) ile negatif; dönme yarıçapı standart sapma (GYRATE_SD), bağıntı indeksi (COHESION) ve Shannon'ın eşitlik indeksi (SHEI) ile pozitif korelasyona sahiptir. Toplam çekirdek alan (TCA) ve serpişme ve bitişiklik indeksi (IJI) ile sediment yükü arasında önemli bir ilişki bulunamamıştır. Alt havza ölçeğinde uygulanan yöntemle yeni bir peyzaj indeksi –eğim-HRU peyzaj indeksi (SHLI)- dâhil edilmiştir. Yeniden yıllık sediment yükü ile peyzaj metrikleri arasındaki ilişkiye bakıldığında PAFRAC-SHLI, DCAD-SHLI, COHESION-SHLI, TCA-SHLI, IJI-SHLI, GYRATE-SHLI, SHEI-SHLI ve DCAD-PAFRAC-SHLI arasındaki korelasyonlar önemli ve negatif bulunmuştur.

Memarian ve diğ. (2012), üç farklı alt havzada peyzaj metrikleri ile suyun deşarjı ve sediment yükünü karşılaştırmış, farklı istatistiki korelasyonlara sahip sonuçlar bulmuştur. Bu sonuçlara göre ilk havzada IJI ve SHEI dışında tüm metrikler, ikinci havzada ise tüm metrikler suyun deşarjı ve sediment yükü ile negatif korelasyona sahip iken; üçüncü havzada diğer havzaların tersine tüm metrikler pozitif korelasyona sahiptir. Fakat bu korelasyonlar istatistiki öneme sahip değildir.

Ekosistemlerin karbon tutumu sürecine etki eden potansiyel peyzaj metrikleri ve bu metrikler ile olan etkileşimleri ise Tablo 2.5'te verilmiştir.

Godwin ve diğ. (2015) dört farklı yerleşim yoğunluğunda (düşük, orta düşük, orta yüksek ve yüksek yoğunluk) orman karbon yoğunluğu ve kentsel gelişim desenleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Yüksek yerleşim yoğunluğundaki alanlarda yapraklı orman ünite büyüklüğünün ve alan yüzdesinin karbon yoğunluğu ile güçlü ve pozitif korelasyona sahip olduğunu göstermektedir. Bu yaklaşıma göre kentsel gelişim yoğunluğunun arttığı yerlerde orman karbon yoğunluğu düşmektedir.

Tablo 2.5: Karbon tutumu ekosistem hizmeti değerlendirme kriterleri ve potansiyel peyzaj desen metrikleri.

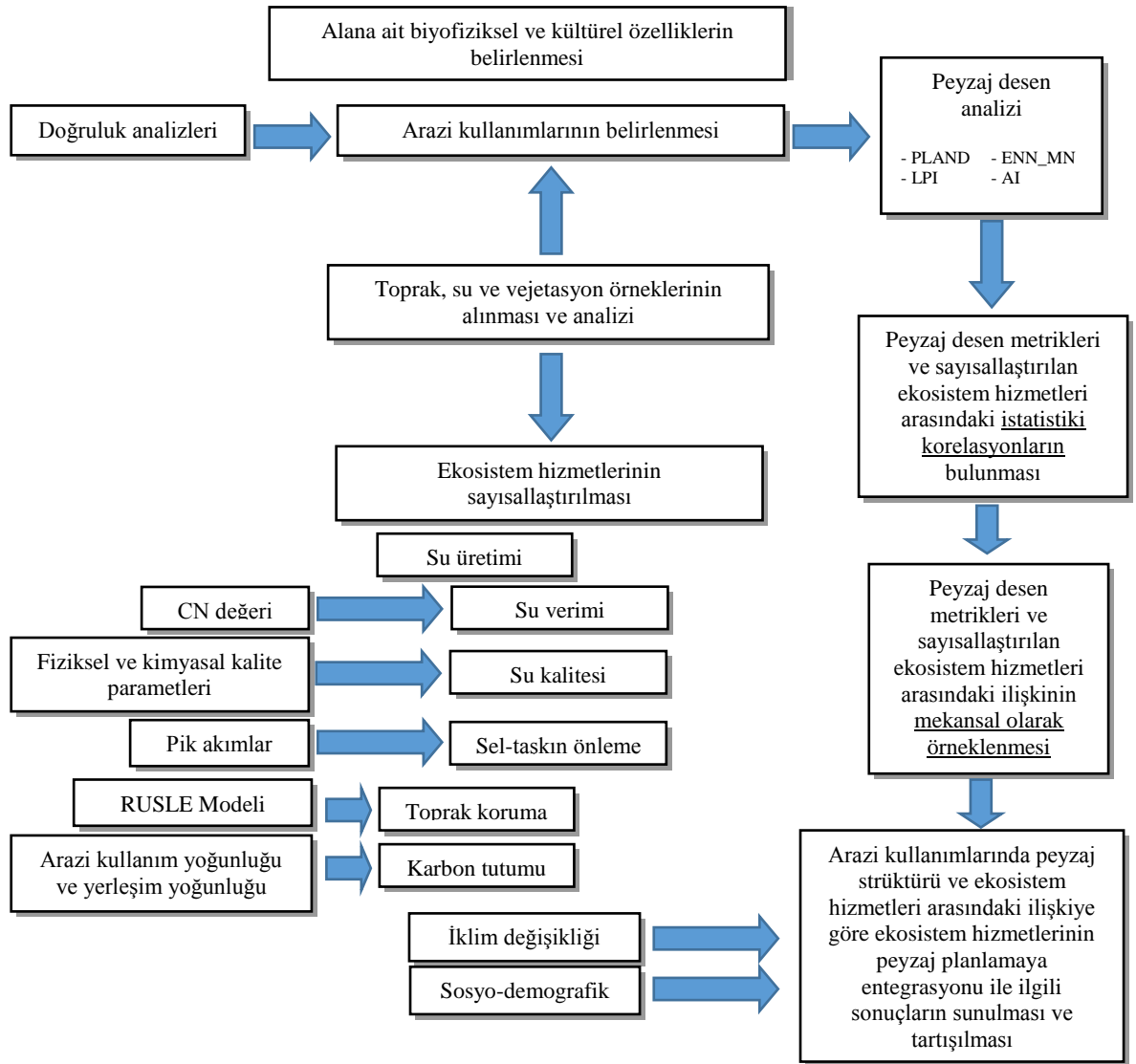
Potansiyel peyzaj desen metriği	Değerlendirme kriteri - Etkileşim					Kaynak
	Düşük yerl. yoğ.	Orta düşük yerl. yoğ.	Orta yüksek yerl. yoğ.	Yüksek yerl. yoğ.	Tüm alanlar	
Peyzaj alan yüzdesi (PLAND) - Yerleşim alanı	KÖD	KÖD	KÖD	KÖD	-	Godwin ve diğ. (2015)
PLAND - İbrelî orman	KÖD	KÖD	KÖD	KÖD	KÖD	
PLAND - Yapraklı orman	KÖD	+	+	+	+	
PLAND - Çıplak toprak	KÖD	KÖD	KÖD	KÖD	KÖD	
PLAND - Açık alan	KÖD	-	KÖD	-	-	
PLAND - Su yüzeyleri	KÖD	KÖD	KÖD	KÖD	KÖD	
Ortalama ünite büyüklüğü (MPS) - Yerleşim alanı	KÖD	-	KÖD	KÖD	-	
MPS - İbrelî orman	KÖD	KÖD	KÖD	KÖD	+	
MPS - Yapraklı orman	KÖD	+	+	+	+	
MPS - Çıplak toprak	KÖD	KÖD	KÖD	KÖD	+	
MPS - Açık alan	KÖD	KÖD	KÖD	KÖD	KÖD	
MPS - Su yüzeyleri	KÖD	KÖD	KÖD	KÖD	+	
Kenar yoğunluğu (ED)	KÖD	KÖD	KÖD	-	-	
Yayıma indeksi (CONTAG)	KÖD	KÖD	KÖD	+	+	
Shannon'ın çeşitlilik indeksi (SHDI)	KÖD	KÖD	KÖD	-	KÖD	
Ünite bağıntı indeksi (COHESION)	KÖD	KÖD	KÖD	+	+	
Potansiyel peyzaj desen metriği	Değerlendirme kriteri - Etkileşim					Kaynak
	Etkileşim (1972)	Etkileşim (1996)	Etkileşim (2006)			
Peyzaj şekil indeksi (LSI) (İbrelî orman)	+	+	KÖD			Ren ve diğ. (2013)
Peyzaj şekil indeksi (LSI) (Yapraklı orman)	KÖD	KÖD	KÖD			
Peyzaj şekil indeksi (LSI) (Karışık orman)	-	KÖD	KÖD			
Ünite bağıntı indeksi (COHESION) (İbrelî, yapraklı ve karışık orman)	KÖD	KÖD	KÖD			
Ünite yoğunluğu (PD) (İbrelî orman)	+	+	KÖD			
Ünite yoğunluğu (PD) (Yapraklı orman)	KÖD	KÖD	KÖD			
Ünite yoğunluğu (PD) (Karışık orman)	KÖD	KÖD	+			
Ortalama en yakın komşu mesafesi (ENN_MN) (İbrelî orman)	-	KÖD	KÖD			
Ortalama en yakın komşu mesafesi (ENN_MN) (Yapraklı orman)	-	KÖD	KÖD			
Ortalama en yakın komşu mesafesi (ENN_MN) (Karışık orman)	KÖD	KÖD	KÖD			
Alan ağırlıklı ortalama şekil indeksi (SHAPE_AM)	KÖD	-	-			
Serpişme ve bitişiklik indeksi (JI)	KÖD	+	+			
Peyzaj şekil indeksi (LSI)	+	+	KÖD			
Ortalama en yakın komşu mesafesi (ENN_MN)	+	+	KÖD			
Shannon'ın çeşitlilik indeksi (SHDI)	+	+	+			

KÖD: Korelasyon önemli değil.

Ren ve diğ. (2013) üç farklı yıl için (1972, 1996 ve 2006) bir kent ormanında (80 km²) yaptıkları çalışmada peyzaj düzeyinde Shannon'ın çeşitlilik indeksi (SHDI) ile vejetasyon karbon yoğunluğu arasında önemli ($p < 0.01$) ve pozitif bir korelasyonun varlığını göstermektedir. 1972 ve 1996 yılları arasında peyzaj heterojenliği hem sınıf hem peyzaj düzeyinde kentleşmede önemli derecede artış, 1996 ve 2006 yılları arasında ise kentleşmenin stabil kaldığı görülmüştür. Diğer metriklerin ise korelasyon dereceleri ve anlamlıkları yıllara göre değişmektedir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

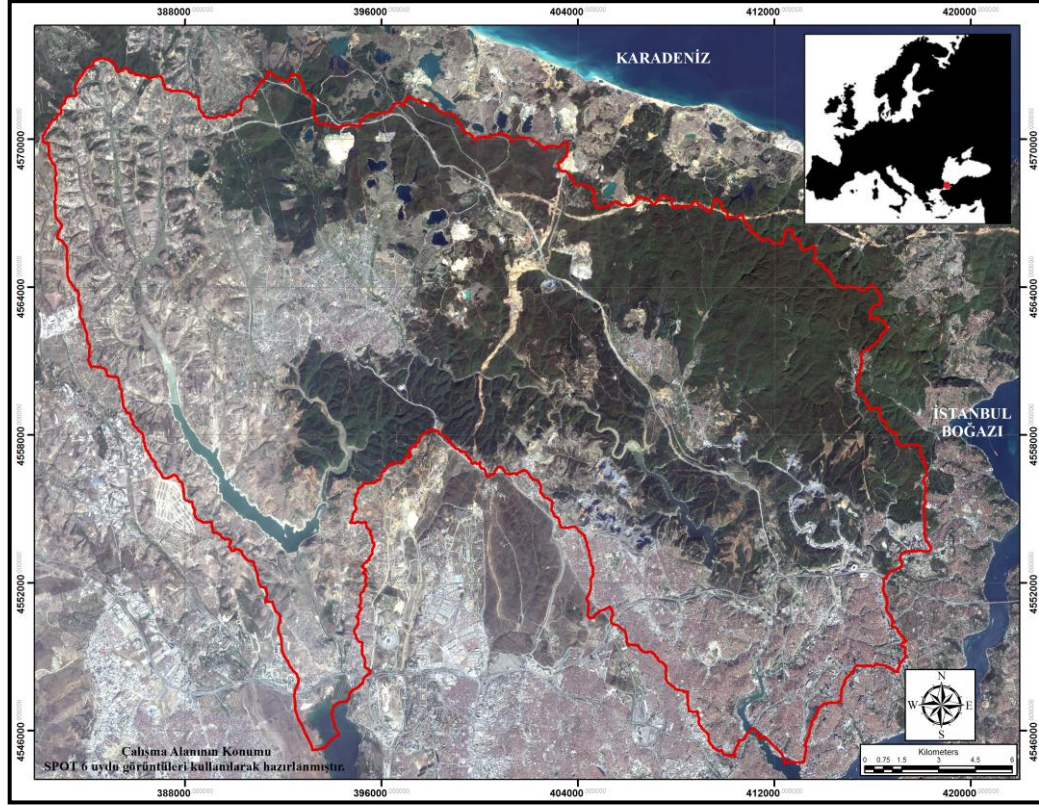
Bu tez çalışmasında, ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlama sürecine entegre edilebilmesi için literatür ve arazi çalışmaları ile sayısallaştırılan ekosistem hizmetleri, sınıflandırılan arazi kullanımlarına peyzaj desen analizinin uygulanması sonucunda belirlenen peyzaj strüktürüne göre değerlendirilmiştir. Böylece peyzaj strüktürünün seçilen ekosistem hizmetleri (su üretimi, toprak koruma ve karbon tutumu) üzerindeki mekânsal ve istatistiki etkileri belirlenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Çalışma akış diyagramı.

3.1. ARAŞTIRMA ALANI BİYOFİZİKSEL VE KÜLTÜREL ÖZELLİKLER

Ekosistem hizmetlerinin sayısallaştırılarak peyzaj planlama sürecine entegrasyonunu sağlamak amacıyla yapılan bu çalışmada, araştırma alanı İstanbul Avrupa yakasında yan yana bulunan Sazlıdere Barajı havzası, Alibeyköy Barajı havzası ve Kâğıthane havzası sınırlarıdır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Çalışma alanının coğrafi konumu.

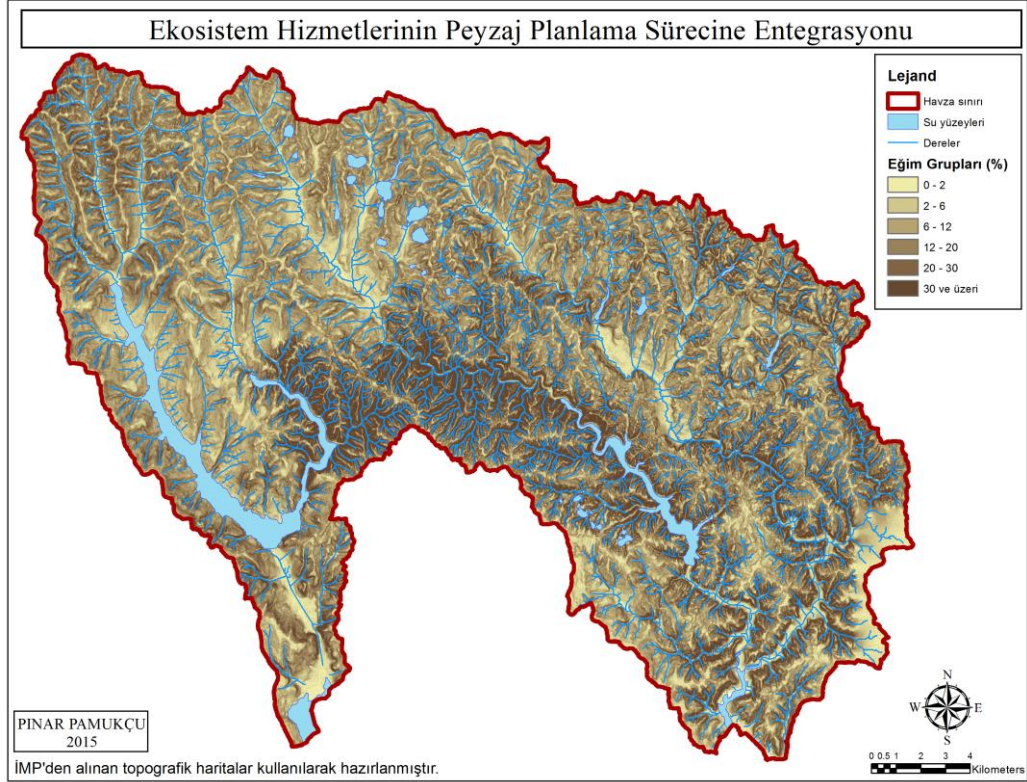
Yaklaşık 582 km² lik alana sahip olan çalışma alanı 41°28' ve 41°03' Kuzey enlemleri ile 29°59' ve 29°02' Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Arazi kullanımında ormanlar en fazla yer kaplarken, alanda aynı zamanda tarım alanları, kırsal alanlar, meralar ve kentsel alanlar da bulunmaktadır.

Çalışma alanının biyofiziksel özellikleri topografik yapı (yükseklik, eğim ve baki), hidrolojik yapı, toprak yapısı, iklim ve bitki örtüsü, kültürel özellikleri ise korunan alanlar ve sosyo-kültürel çevre başlıkları altında incelenmiştir.

3.1.1. Topografik Yapı

Yükseklik, topografyada birçok biyofiziksel faktörü etkilemektedir. Sıcaklık, yağış ve nem gibi iklim parametreleri yükseltiye bağlı olarak değişmektedir. İklimin değişmesi

Topografik yapıyı oluşturan, özellikle bitki örtüsünde ve toprakta (derinlik, tekstür, organik madde miktarı vb.) etkili olan faktörlerden biri de eğimdir. Eğim ile birlikte yağış dağılımı ve yoğunluğu, jeolojik yapı, havza özellikleri, arazi kullanımları ve arazi kullanım alışkanlıkları (tarım şekli, otlama yoğunluğu vb.) da değişebilmektedir. Çalışma alanına ait eğim grupları (Şekil 3.4), %0-2, %2-6, %6-12, %12-20, %20-30 ve %30'dan fazla eğim olmak üzere altı grup altında sınıflandırılmıştır.



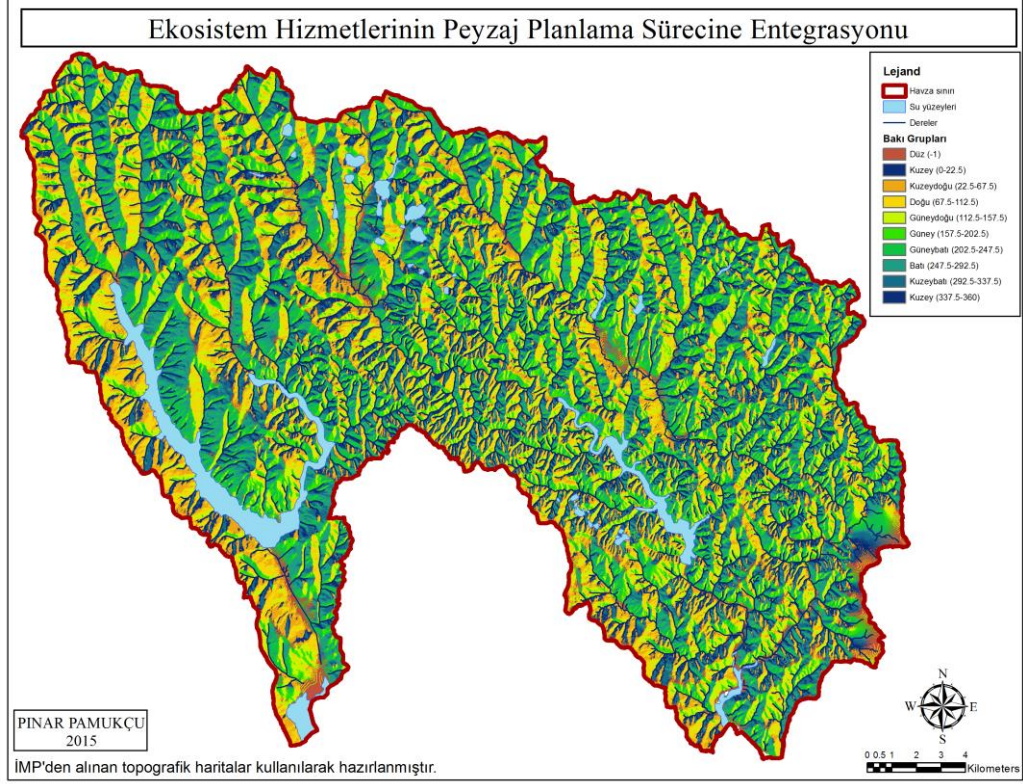
Şekil 3.4: Çalışma alanı eğim grupları (%) haritası.

Eğim grupları açısından çalışma alanı incelendiğinde düz ve düze yakın alanların (%0-2) en az (37.75 km²) %6-12 eğime sahip alanların ise alanda en fazla (25.93 km²) yer kapladıkları görülmektedir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: Çalışma alanına ait eğim grupları alansal ve oransal dağılımı.

Eğim grupları	Alan (km ²)	Alansal oran (%)
%0-2 (düz ve düze yakın)	37.75	6.49
%2-6 (hafif eğimli)	85.87	14.77
%6-12 (orta eğimli)	150.83	25.93
%12-20 (dik eğimli)	148.64	25.56
%20-30 (çok dik eğimli)	87.04	14.97
%30 ve üzeri (sarp eğimli)	71.44	12.28
Toplam	581.57	100

Bakı faktörü, eğime bağlı olarak arazinin yönelişini ifade eden diğer bir topografya faktörüdür. Toprak oluşumunda rol oynadığı gibi diğer biyofiziksel faktörleri (bitki örtüsü, sıcaklık, yağış, solar radyasyon, evapotransprasyon vb.) de etkilemektedir. Çalışma alanına ilişkin bakı grupları Şekil 3.5’te gösterilmiştir.



Şekil 3.5: Çalışma alanı bakı grupları haritası.

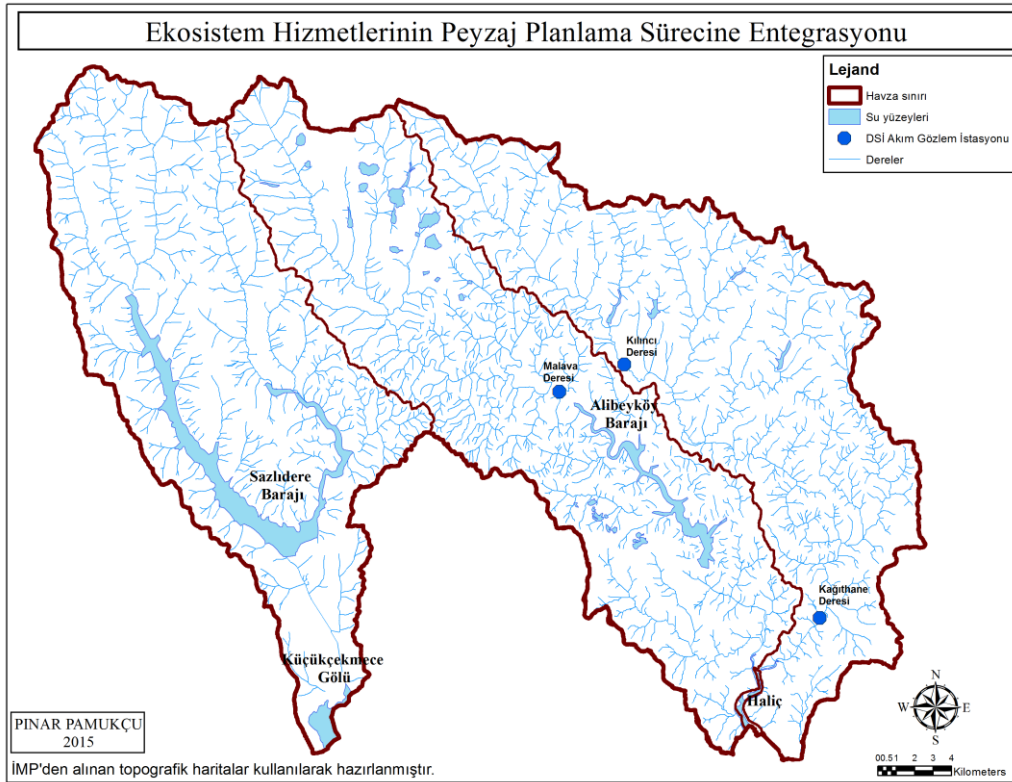
Arazinin bakışı, arazi yüzünün sekiz dilimlik ana ve ara yönlerden hangisine baktığını ifade etmektedir. Alanda tüm yönlerde bakılar farklı oranlarda bulunmaktadır (Tablo 3.3). Alanda en çok doğu bakışı (83.50 km²) ve batı bakışı (82 km²) yer alırken; en az oranda (%4.43) bulunan bakı ise düz bakılı alanlardır.

Tablo 3.3: Çalışma alanına ait bakı grupları alansal ve oransal dağılımı.

Bakı grupları	Bakının gördüğü açı dereceleri (°)	Alan (km ²)	Alansal oran (%)
Düz	-1	25.74	4.43
Kuzey	0°-22.5°	30.01	5.16
Kuzeydoğu	22.5°-67.5°	71.20	12.24
Doğu	67.5°-112.5°	83.50	14.36
Güneydoğu	112.5°-157.5°	76.09	13.08
Güney	157.5°-202.5°	52.56	9.04
Güneybatı	202.5°-247.5°	72.85	12.53
Batı	247.5°-292.5°	82.00	14.10
Kuzeybatı	292.5°-337.5°	69.72	11.99
Kuzey	337.5°-360°	17.90	3.07
Toplam		581.57	100

3.1.2. Hidrolojik Yapı

İstanbul ve çevresinde görülen dendritik tip drenaj dağılımı çalışma alanında da iyi gelişmiş bir dağılımda görülmektedir (Şekil 3.6). 3. ve 4. dereceden dereler genelde yaz-kış devamlı akışlı, 1. ve 2. dereceden dereler ise genelde kuru ve mevsimsel derelerdir. Çalışma alanındaki Sazlıdere Barajı, Alibeyköy Barajı ve Haliç en önemli su yüzeyleridir. Sazlıdere Deresi'nin bağlandığı Sazlıdere Barajı ve Alibey Deresi'nin bağlandığı Alibeyköy (Alibey) Barajı içme ve kullanma suyu temin etmektedir. Sazlıdere Barajı havzası yaklaşık 194 ha ve hesaplanan rezervuar alanı yaklaşık 10 ha, Alibeyköy Barajı havzası yaklaşık 200 ha ve hesaplanan rezervuar alanı yaklaşık 3 ha ve Haliç'e dökülen Kâğıthane Deresi'nin havzası ise yaklaşık 188 hektardır. Alibey Deresi Barajı'nın 36 hm³/yıl, Sazlıdere Barajı'nın ise 50 hm³/yıl su depolama kapasitesi vardır⁷.



Şekil 3.6: Çalışma alanının hidrolojik yapısı.

Çalışma alanındaki Belgrad ormanlarında Kömürcü Bent, Büyük Bent, Ayvat Bendi, Valide Bendi, Kirazlı Bent ve Sultan Mahmut Bendi yer almaktadır. Söz konusu olan

⁷ Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü resmi internet sitesi, www.dsi.gov.tr, [Ziyaret tarihi: 7 Ocak 2014].

bentler 17. ve 19. yüzyıllar arasında yapılmış tarihi bentlerdir. Çalışma alanında ayrıca küçük ve büyük birçok doğal ve yapay gölet bulunmaktadır.

Çalışma alanında DSİ'nin akışı sürekli ölçtüğü üç adet istasyon bulunmaktadır: Malava Deresi üzerindeki Pirinçköy İstasyonu, Kılıncı Deresi üzerindeki Kemerburgaz İstasyonu ve Kâğıthane Deresi üzerindeki Kâğıthane İstasyonu. Uzun yıllar akış değerlerine bakıldığında; Kemerburgaz istasyonunun ortalama debisi $0.46 \text{ m}^3/\text{sn}$ dir. Pirinçköy istasyonunun havza alanı 111.8 ha ve 1981-2010 yılları arasında akışın ortalama değeri en fazla Aralık ayında ($\sim 4.30 \text{ m}^3/\text{sn}$), en az Haziran ayında ($\sim 2.22 \text{ m}^3/\text{sn}$) dır. Ortalama debi $2.89 \text{ m}^3/\text{sn}$ dir. Kâğıthane istasyonunun havza alanı 182.8 ha ve 2000-2010 yılları arasında akışın ortalama değeri Malava Deresi gibi en fazla Aralık ayında ($\sim 5.38 \text{ m}^3/\text{sn}$) görülürken; en az ise Temmuz ayında ($\sim 0.26 \text{ m}^3/\text{sn}$) görülmektedir. Ortalama debi ise $2.04 \text{ m}^3/\text{sn}$ dir.

3.1.3. Toprak Yapısı

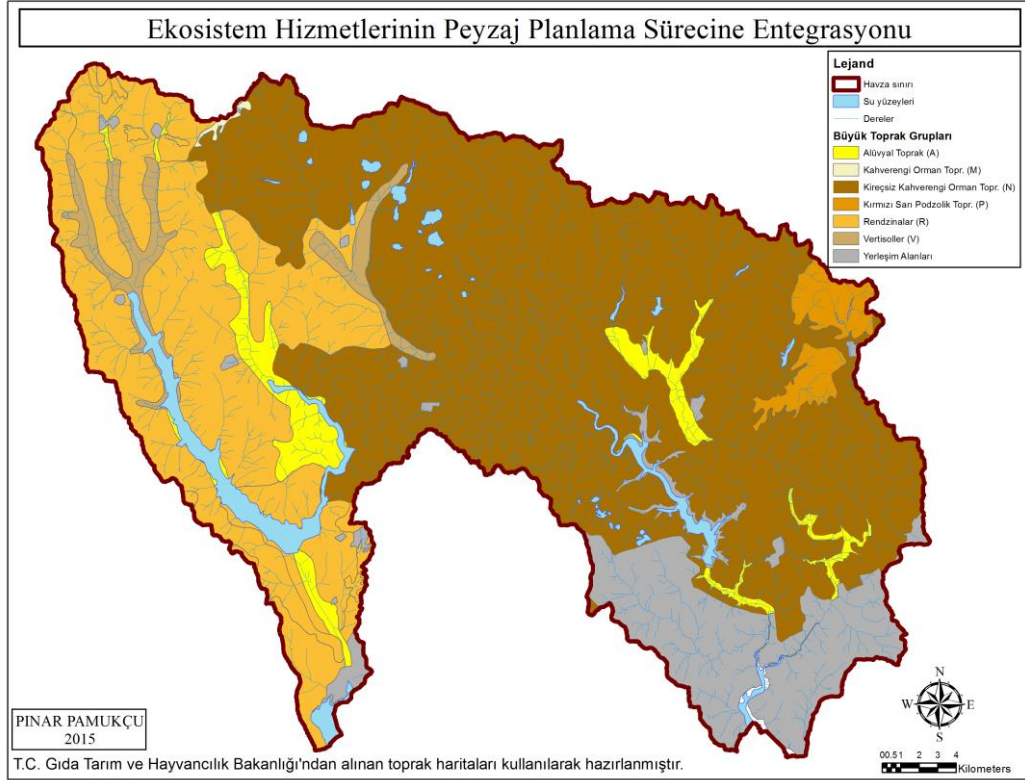
Çalışma alanının toprak yapısı “Büyük Toprak Grupları” ve “Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları” olarak iki başlık altında incelenmiştir.

Büyük toprak grupları: Araştırma alanında iklim, topografya ve ana madde farklılıkları nedeniyle altı farklı büyük toprak grubu bulunmaktadır (Şekil 3.7). Bu toprak grupları, alüvyal topraklar, kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları, kırmızı sarı podzolik topraklar, rendzinalar ve vertisollerdir.

Yerleşim alanları hariç tutularak (yerleşim alanlarındaki son yıllara ait değişiklikler altlık haritasında olmadığından dolayı) yapılan hesaplamalarda büyük toprak gruplarından alüvyal topraklar çalışma alanının %5.95'ini kaplamaktadır. Bu topraklar kireç ve organik madde bakımından zengin, verimli ve genç topraklardır.

Kahverengi orman toprakları ise alanın %0.14'ünü kaplamaktadır. Bu topraklar, yapraklarını döken ormanlar altında görülen, organik madde bakımından zengin ve verimli topraklardır.

Kireçsiz kahverengi orman toprakları, alanın %61.05'ini kaplamaktadır. Yapraklarını döken ormanlar, çayır otları ile küçük çalılar bu toprakların bitki örtüsüdür. Kirecin ve besin maddelerinin yıkandığı fakat drenajın iyi olduğu topraklardır.



Şekil 3.7: Büyük toprak grupları.

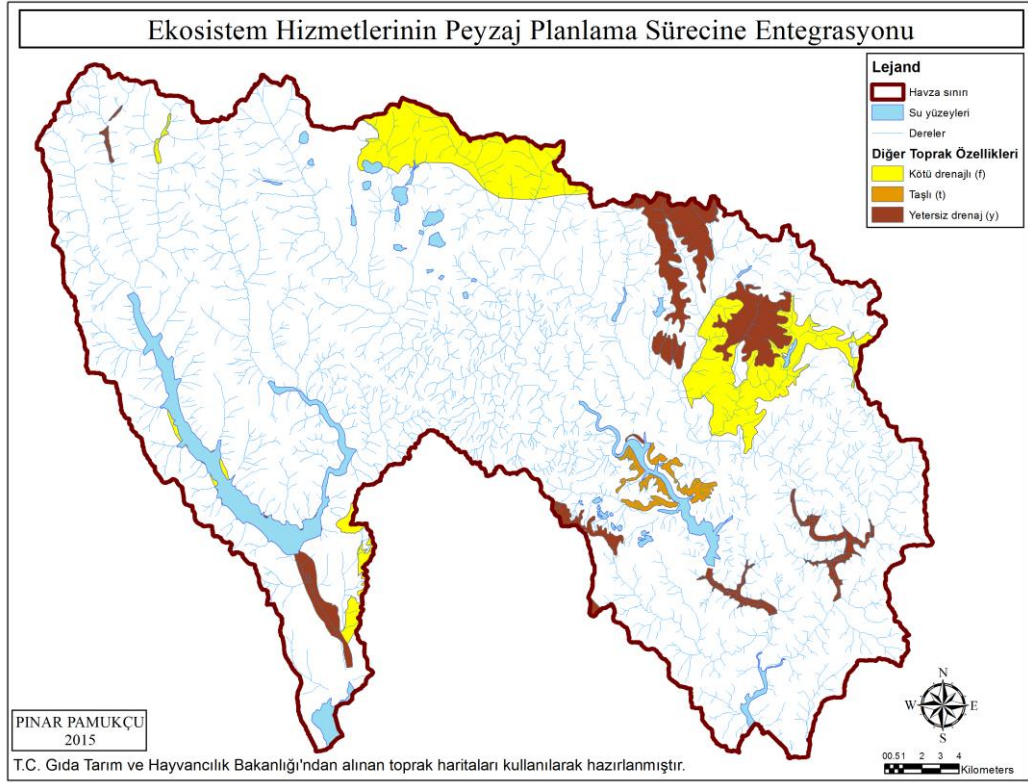
Kırmızı sarı podzolik topraklar, alanda %2.38 oranında bulunmaktadır. İyi bir drenaja sahip olan bu topraklar asit reaksiyonludur.

Rendzinalar, alanın %26.93'ünü kaplamaktadır. Kireç birikimi olan humus bakımından zengin çakıllı topraklardır.

Vertisoller, alanda %3.55 oranında bulunmaktadır. Kil bakımından zengin, yazın üzerinde çatlakların olduğu koyu renkli topraklardır.

Arazideki toprakların dağılımına bakıldığında orman alanlarının olduğu alanlarda kireçsiz kahverengi orman toprakları görülmektedir. Rendzinalar ise tarım alanlarında dağılım göstermektedir. Diğer toprak grupları ise alanda farklı yerlerde farklı oranlarda dağılmışlardır.

Hafif tuzluluk, tuzluluk, alkalilik, hafif tuzluluk-alkalilik, tuzluluk-alkalilik, taşlılık, kayalı, yetersiz drenaj ve kötü drenaj özellikleri diğer toprak özellikleridir. Çalışma alanına ait diğer toprak özellikleri ise Şekil 3.8'de gösterilmiştir. Kötü drenajlı alanlar, kireçsiz orman toprakları üzerinde yer alırken; Alibeyköy Barajı çevresindeki belli kısımlar ise taşlı bir yapıya sahiptir.



Şekil 3.8: Diğer toprak özellikleri.

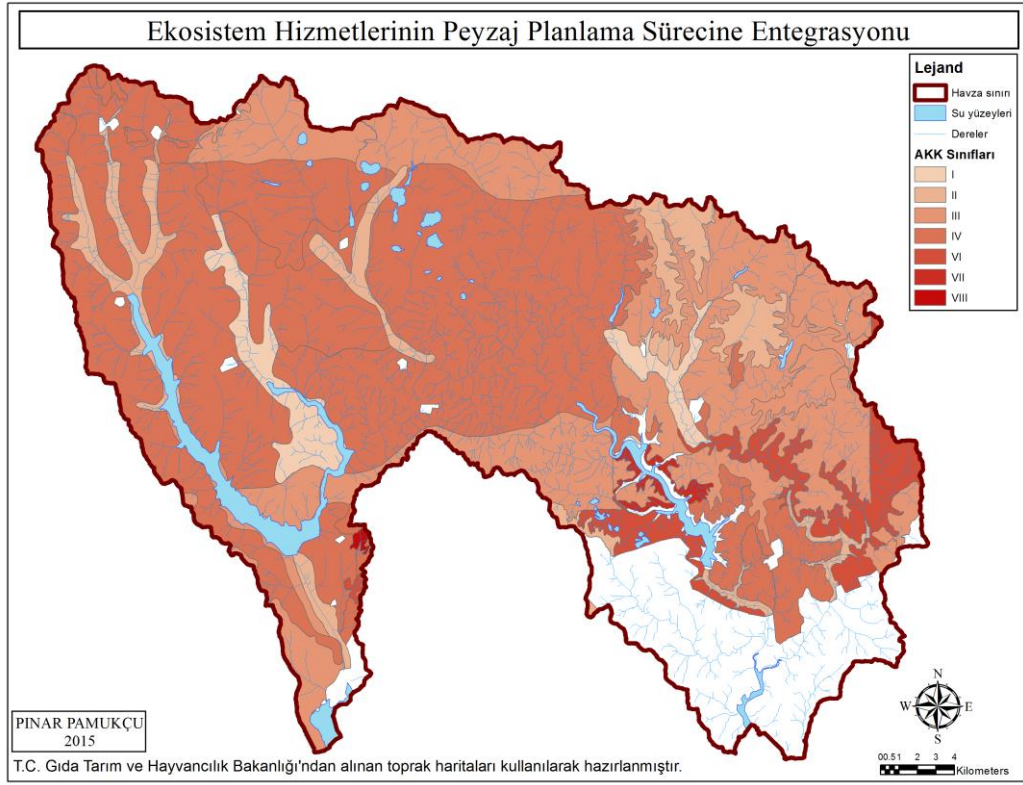
Arazi kullanım kabiliyet sınıfları: Araştırma alanı, arazi kullanım kabiliyet sınıflarından I, II, III, IV, VI, VII ve VIII sınıflarını içermektedir (Şekil 3.9).

I. Sınıf araziler araştırma alanının %3.72'sini kaplamaktadır. Tamamı alüvyal topraklar üzerinde %0-2 eğimde bulunmaktadır.

II. Sınıf araziler araştırma alanının %8.34'ünü kaplamaktadır. Bu arazilerde 1819.45 ha vertisol topraklar, 831.83 ha alüvyal topraklar, 1632.85 ha kireçsiz kahverengi orman toprakları yer almaktadır.

III. Sınıf araziler araştırma alanının %28.9'unu kaplamaktadır. Bu arazilerde 309.49 ha alüvyal topraklar, 1564.22 ha rendzina topraklar, 11668.40 ha kireçsiz kahverengi orman toprakları, 1223.67 ha kırmızı-sarı podzolik topraklar ve 72.85 ha kahverengi orman toprakları bulunmaktadır.

IV. Sınıf araziler araştırma alanının %53.38'sini kaplamaktadır. Bu araziler rendzina (12206.52 ha) ve kireçsiz kahverengi orman topraklarına (15202.99 ha) sahiptir.



Şekil 3.9: Arazi kullanım kabiliyet sınıfları.

VI. Sınıf araziler araştırma alanının %4.91'ini kaplamaktadır. 2474.50 ha kireçsiz kahverengi orman toprakları ve 44.32 ha rendzina topraklar bu sınıfta yer almaktadır.

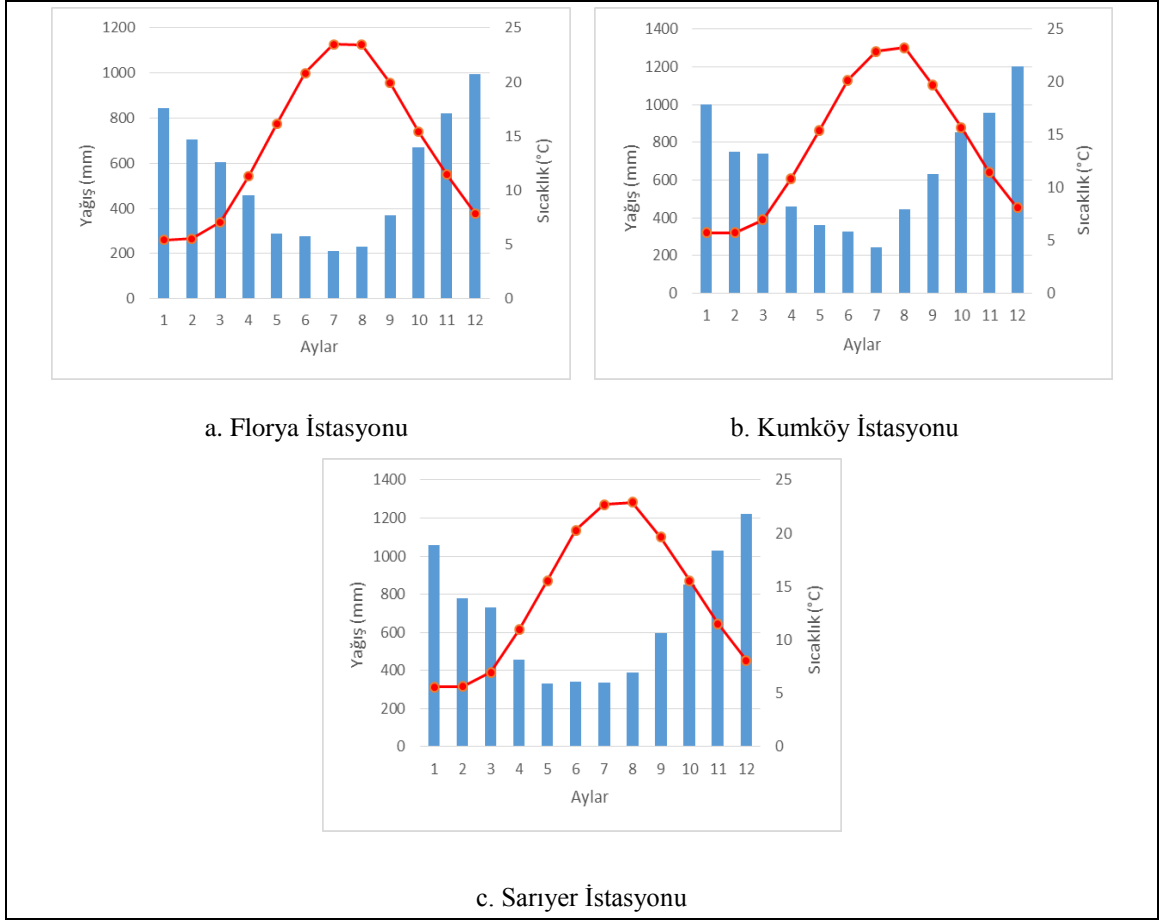
VII. Sınıf araziler araştırma alanının %0.65'ini kaplamaktadır. Tamamı (334.29 ha) kireçsiz kahverengi orman topraklarıdır.

VIII. Sınıf araziler ise araştırma alanının sadece %0.10'unu kaplamaktadır.

3.1.4. İklim

Çalışma alanının içinde yer aldığı Marmara Bölgesi'nin kuzeyinde Karadeniz iklimi, Trakya'nın iç kısmında Trakya karasal iklimi ve geri kalan büyük bir kısmında da Marmara (geçiş) iklimi görülmektedir. Marmara (geçiş) iklimi; karasal iklim, Karadeniz iklimi ve Akdeniz iklimi arasında geçiş özelliği göstermektedir.

İklim, sıcaklık ve yağış olmak üzere iki grupta çalışma alan sınırlarına en yakın olan üç meteoroloji istasyonunun (Florya, Sarıyer ve Kumköy) aylık iklim verileri üzerinden incelenmiştir. İstasyonlara ait uzun yıllar ortalama sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak iklim diyagramları oluşturulmuştur (Şekil 3.10).



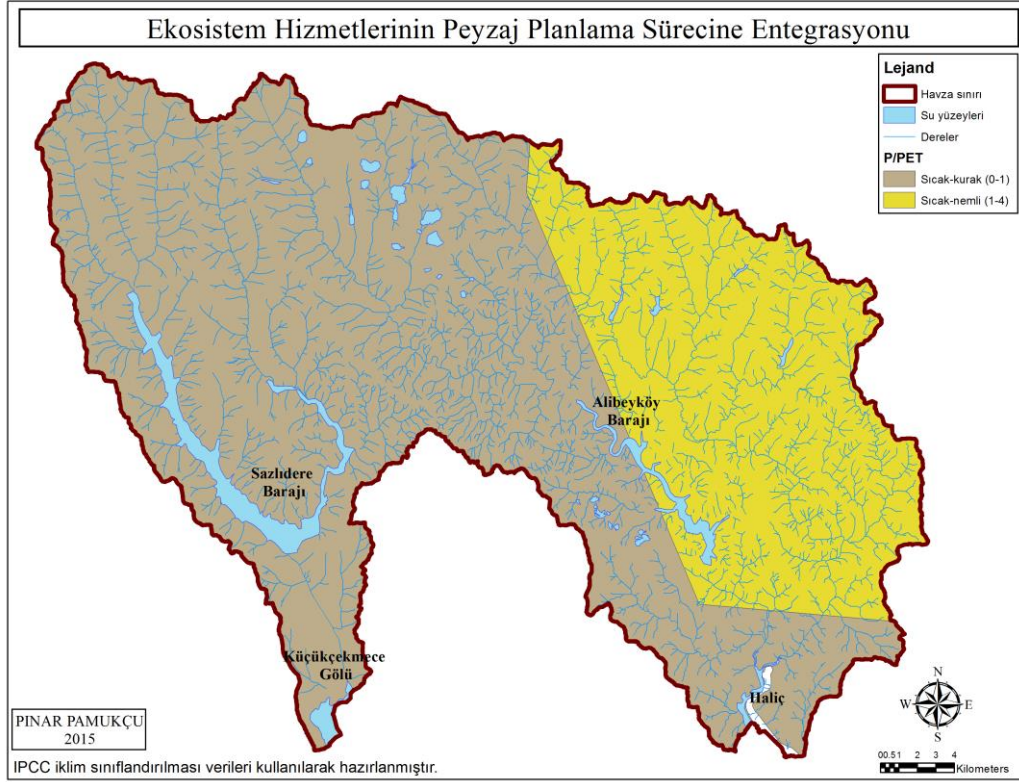
Şekil 3.10: İstasyonlara ait iklim diyagramları.

İstasyonlara ait iklim diyagramlarına göre; ortalamalara göre her ay yağış alabilen çalışma alanında, en yüksek yağışlar sonbahar ve kış aylarında görülmektedir. Bu da tipik Karadeniz ikliminin özelliğidir.

Yağış - buharlaşma ve sıcaklık - buharlaşma arasındaki ilişkiye dayanan Thornthwaite iklim sınıflandırmasına (Thornthwaite, 1948) göre yağışın buharlaşmadan fazla olduğu yerlerin iklimi nemli, az olduğu yerlerin iklimi ise kuraktır. Bu iklim sınıflandırmasına göre İstanbul, yarı nemli, mezotermal, yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı olan iklim sınıfındadır. Yaz buharlaşma oranı %51 dir.

Bir yörede yağışla gelen suyun geri atmosfere verilmesi evapotranspirasyonla (ET) gerçekleşir. ET'yi ölçmek veya tahmin etmek güç olduğu için zaman zaman potansiyel evapotranspirasyon (PET) kavramı dikkate alınır. PET toprakta suyun yeterince var olduğu varsayımıyla sıcaklık koşullarına bağlı olarak gerçekleşebilecek en yüksek ET miktarını ifade eder. PET için etkili olan en önemli parametre hava sıcaklığıdır. PET ne

kadar yüksekse o kadar güçlü bir buharlaşma eğilimi vardır. Bunun anlamı oldukça nemli koşullardır. Yıllık PET değerlerinin ortalama yağıştan (P) düşük olduğu yerler IPCC (2006) iklim sınıflandırmasına göre çalışma alanı için Şekil 3.11’de verilmiştir.

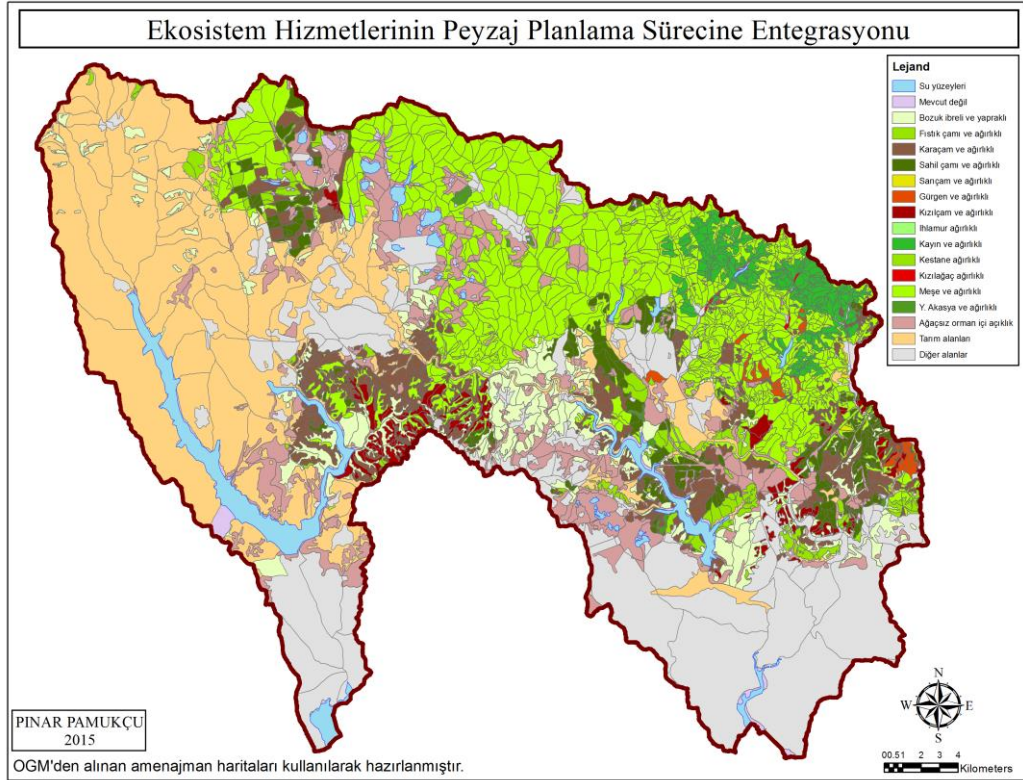


Şekil 3.11: Yıllık PET değerlerinin ortalama yağıştan düşük olduğu yerler.

Yağışın PET den fazla olması nisbi nemin her zaman yüksek olmasını, bitki örtüsünün oldukça iyi gelişim göstermesini ifade eder. Bu gibi bölgelerde bitki örtüsünün gelişimi oldukça iyidir. Buna karşın toprağın nemli olması nedeniyle heyelan ve toprak akması yanında sel-taşkın riski de gündeme gelebilir. Sel, taşkın ve heyelan türü afetlerde toprak nemi yanında yağış şiddeti de önemli rol oynamaktadır.

3.1.6. Bitki Örtüsü

Çalışma alanında yapraklarını döken ormanlar, ibrelili ormanlara göre daha fazla yer kaplamaktadır (Şekil 3.12). Orman formasyonunda ağırlıklı olarak Meşe (*Quercus sp.*), Kayın (*Fagus sp.*) ve Gürgen (*Carpinus sp.*) türleri bulunmaktadır. EK 1’de meşcere tipleri açıklamaları ve alanları ile birlikte verilmiştir.



Şekil 3.12: Çalışma alanındaki meşcere tipleri.

Meşcere haritasına göre çalışma alanında yer alan meşcere tiplerinden 4485.28 ha lık bir yayılış alanına sahip olan farklı yaş ve kapalılıklardaki “Meşe ağırlıklı diğer yapraklı meşcereler (MDy)”, araştırma alanında en fazla alan kaplayan meşcere tipidir. Bu meşcereleri farklı yaş ve kapalılıklardaki “Meşe ağırlıklı Gürgeç meşceresi (MGn)” 2865.15 ha ve “saf Meşe (M)” 2467.93 ha ile takip etmektedir.

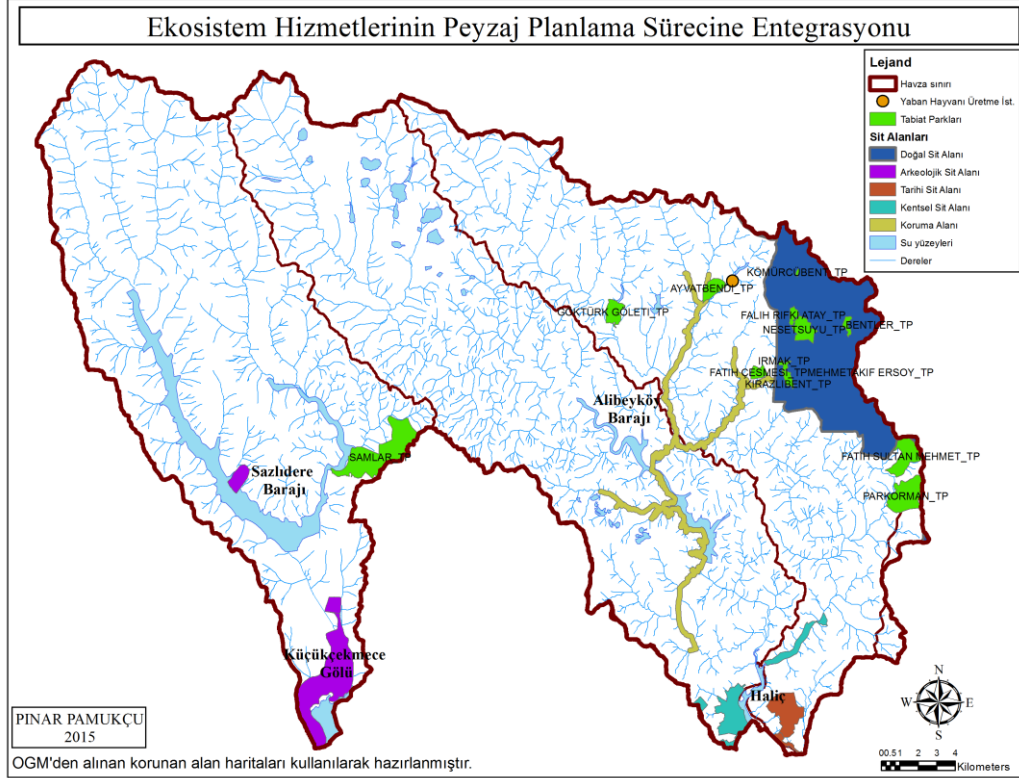
Çalışma alanında tohum meşcereleri de bulunmaktadır. Bentler bölgesinde yer alan bu meşcerelerden Sahil çamı (*Pinus pinaster*) 33.87 ha ile en çok yer kaplayan meşceredir. İhlamur (*Tilia sp.*) (6.2 ha), Karaçam (*P. nigra*) (3.54 ha) ve yaklaşık 1 ha lık alana sahip olan Sarıçam (*P. sylvestris*) ise alanda yer alan diğer tohum meşcereleridir.

3.1.7. Korunan Alanlar

Çalışma alanında korunan alanlar olarak tabiat parkları, sit alanları, koruma alanı statüsündeki Kırkçeşme Su Galerisi ile 105 ha lık bir alanda yer alan “Bahçeköy Geyik Üretme İstasyonu” bulunmaktadır (Şekil 3.13).

Parkorman Tabiat Parkı (262.38 ha), Ayvat Bendi Tabiat Parkı (90.26 ha), Bentler Tabiat Parkı (28.81 ha), Fatih Rıfki Atay Tabiat Parkı (33.03 ha), Fatih Çeşmesi Tabiat Parkı (48.93 ha), Fatih Sultan Mehmet Tabiat Parkı (196.85 ha -tüm alan 199.81 ha-),

Irmak Tabiat Parkı (18.35 ha), Kirazlıbent Tabiat Parkı (33.81 ha), Kömürcü bent Tabiat Parkı (5.18 ha), Mehmet Akif Ersoy Tabiat Parkı (0.12 ha -tüm alan 41.90 ha-), Neşet Suyu Tabiat Parkı (118.96 ha), Şamlar Tabiat Parkı (584.26 ha -tüm alan 590.35 ha-) ve Göktürk Göleti Tabiat Parkı (99.07 ha) olmak üzere alanda 13 adet Tabiat Parkı vardır.



Şekil 3.13: Çalışma alanındaki korunan alanlar.

“Doğal sit alanı” statüsünde çalışma alanında Belgrad Ormanları bulunmaktadır. Sazlıdere Barajı, Küçükçekmece Yarımburgaz Mağarası, Baruthane ve Resneli Orman Çiftliği ise alanda bulunan “arkeolojik sit alanları”dır. Okmeydanı sınırlarında bulunan 14 bölge ve mezarlıklar “tarihi sit alanı”dır. Tarihi Yarım Ada ve Kâğıthane “kentsel sit alanı”dır.

3.1.9. Sosyo-Kültürel Çevre ve Demografik Yapı

Araştırma alanı sınırları, Arnavutköy, Avcılar, Başakşehir, Beşiktaş, Beyoğlu, Eyüp, Gaziosmanpaşa, Kâğıthane, Küçükçekmece, Sarıyer, Sultangazi ve Şişli ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır.

İlçelerde yer alan yerleşim birimlerine ait TÜİK⁸ nüfus verileri 2010 - 2014 yılları arası için Tablo 3.4'te verilmiştir.

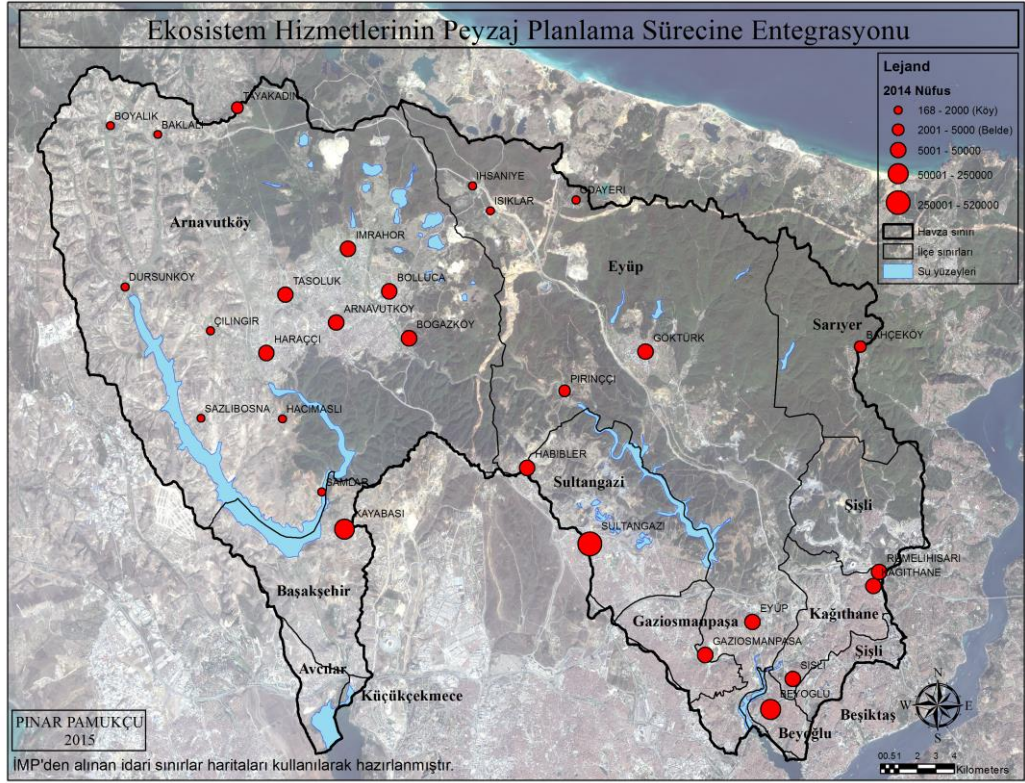
Tablo 3.4: Yerleşim merkezlerinin nüfusları.

İlçe adı	Yerleşim merkezi	2010 nüfus	2011 nüfus	2012 nüfus	2013 nüfus	2014 nüfus
Arnavutköy	Arnavutköy merkez	MD	MD	MD	14510	15604
Arnavutköy	Baklalı	821	800	834	818	809
Arnavutköy	Boğazköy İstiklal	MD	MD	MD	8564	8892
Arnavutköy	Bolluca	MD	MD	MD	6298	6439
Arnavutköy	Boyalık	645	652	695	669	671
Arnavutköy	Çilingir	MD	MD	MD	1023	1064
Arnavutköy	Dursunköy	MD	MD	MD	441	457
Arnavutköy	Hacımaşlı	608	581	545	553	549
Arnavutköy	Haraççı	MD	MD	MD	7210	7479
Arnavutköy	İmrahor	MD	MD	MD	8629	9071
Arnavutköy	Sazlıbosna	MD	MD	MD	1225	1228
Arnavutköy	Taşoluk	MD	MD	MD	5155	5319
Arnavutköy	Tayakadın	2274	2377	2457	2533	2556
Eyüp	Eyüp merkez	MD	MD	MD	10517	10673
Eyüp	Göktürk merkez	MD	MD	MD	32773	34976
Eyüp	Işıklar	567	553	550	554	546
Eyüp	İhsaniye	188	183	174	165	168
Eyüp	Odayeri	259	252	228	233	227
Eyüp	Pirinçi	3832	3912	3842	3785	3954
Kâğıthane	Kâğıthane merkez	MD	MD	MD	26731	27719
Sarıyer	Bahçeköy merkez	MD	MD	MD	3833	3870
Şişli	Şişli merkez	MD	MD	MD	13945	13706

MD: Mevcut değil (2013 yılından itibaren mahalle nüfusları da ayrı olarak verilmeye başlanmıştır)

Yerleşim merkezlerine ait 2014 yılı için nüfus dağılım haritası ise Şekil 3.14'te gösterilmiştir. 2014 nüfus verilerine göre çalışma alanı içerisindeki ilçe merkezlerinden en kalabalık olan yer Göktürk merkezdir. Arnavutköy merkez ise nüfus açısından ikinci sırayı takip eden yerleşim birimidir. 2010 yılı ile 2014 yılı arasında yerleşim merkezleri içinde (Arnavutköy'de Baklalı, Boyalık, Hacımaşlı ve Tayakadın ile Eyüp'te Işıklar, İhsaniye, Odayeri ve Pirinçi köyleri) en fazla artış Tayakadın köyünde (Arnavutköy) olmuştur.

⁸ Türkiye İstatistik Kurumu resmi internet sitesi (www.tuik.gov.tr, Ziyaret tarihi: 18 Mayıs 2015).



Arnavutköy ilçesi, önemli sanayi tesislerinin bulunduğu bir ilçedir. Tarım ve mera alanlarının ağırlıklı olduğu ilçede, daha çok kırsal yerleşim görülmektedir. İlçedeki köylerin önemli geçim kaynakları ziraat ve hayvancılıktır. En çok buğday ve ayçiçeği ekilirken; genelde süt üretimine yönelik hayvancılık yapılmaktadır. Eyüp ilçesine bakıldığında ise, orta ve küçük sanayi işletmelerinin bulunduğu ve tarım alanlarının daha çok meyve ve sebze için ekildiği görülmektedir. Süt ve besi hayvancılığı ile arıcılık ilçede görülen hayvancılık faaliyetlerindedir. Ayrıca Belgrad Ormanlarından orman ürünleri sağlanmaktadır.

3.2. ARAZİ SINIFLANDIRMASI VE DOĞRULUK ANALİZLERİ

Dünya üzerindeki biyofiziksel örtü olarak tanımlanan arazi örtüsü, doğal ve antropojenik etkiler sonucunda çok sayıda desenden oluşmaktadır. Arazi kullanımları ise, bu desenler üzerinde insan aktivitelerinin sonuçları olarak ortaya çıkmaktadır. Buradaki insan aktiviteleri bulunulan yerin ekonomik, kültürel, politik, tarihi ve arazi kullanım haklarına bağlıdır. Uzaktan algılama verileri (uydu görüntüleri veya hava fotoğrafları gibi) ile bu arazi örtüleri tanımlanarak arazi kullanımlarını sınıflandırmak mümkündür (Brown ve diğ., 2000; Karl ve Maurer, 2010; Rozenstein ve Karnieli, 2011).

Çalışma alanındaki arazi kullanımlarının sınıflandırılması için UA teknikleri ve haritalandırılması için CBS teknikleri kullanılmıştır. Arazi sınıflandırması, Temmuz 2013 tarihli SPOT 6 uydu görüntüsü üzerinden UTM_WGS_84 projeksiyon sisteminde ERDAS Imagine yazılımı kullanılarak yapılmıştır. 1.5 m pankromatik ve 6 m multispektral çözünürlükteki SPOT 6 uydu görüntüsünün geometrik ve radyometrik kalibrasyonları uygulandıktan sonra arazide örnekleme yapılan noktaların Küresel Konumlama Sistemi (GPS) verileri kullanılarak geometrik doğrulaması yapılmıştır. Daha iyi bir görüntü için iyileştirme teknikleri (pan sharpen, resolution merge gibi) uygulanmıştır.

Çalışmanın amacı ve kapsamı doğrultusunda, geçirimsiz yüzeylerin diğer yüzeylerden ayrılabilmesi için ERDAS Imagine programı aracılığıyla SPOT 6 uydu görüntüleri üzerinde “kontROLSÜZ sınıflandırma-unsupervised classification” uygulanmıştır. Arazi kullanımının kaç sınıfa ayrılacağı de bu sınıflandırma neticesiyle görülebilmektedir. Öncelikle en uygun band kombinasyonu seçilmiştir. K Mean ve ISODATA teknikleri ayrı ayrı 4 ile 10 sınıf arasında uygulanmıştır. KontROLSÜZ sınıflandırma yöntemleri içerisinde en yaygın olarak kullanılan ISODATA (Iterative Self Organizing Data Analyses Technique) ile alan K Mean yönteminde olduğu gibi 6 sınıfa ayrılmıştır (Minimum size 0.01, Maximum SD: 5.00, Minimum: 4.00, Max. Merges: 1). ISODATA sonucunda alınan sonuç diğer K Mean yöntemine göre daha iyidir. Bu alt veri olarak kullanılarak ERDAS Imagine programı aracılığıyla SPOT 6 uydu görüntüleri üzerinde “kontrollü sınıflandırma-supervised classification” uygulanmıştır.

Uzaktan algılama yöntemlerinden kontrollü sınıflandırma ile arazi kullanımları belirlense de bu arazi kullanımlarının doğrulanması çok önemlidir. Bu amaçla ERDAS Imagine “Accuracy assessment” aracı kullanılarak doğruluk analizleri yapılmıştır. Rasgele olarak çalışma alanı üzerine 1000 nokta atılmıştır. Böylece kontrollü sınıflandırma ile belirlenen arazi kullanımları ile uydu görüntüsü ve örneklenen arazi noktalarına göre belirlenen arazi kullanımları karşılaştırılmıştır.

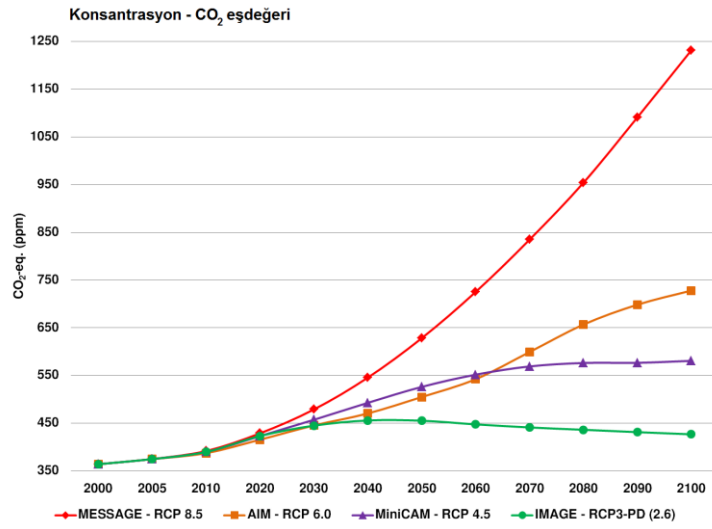
3.3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

İklim değişikliği çalışma alanı için iki farklı yaklaşımda değerlendirilmiştir:

a. Araştırma alanındaki uzun dönem yağış ve sıcaklık ile akış verilerinin eğilim analizinde Mann-Kendall testi (Mann, 1945; Kendall, 1975) uygulanmıştır. Parametrik

olmayan Mann-Kendall testi, sıcaklık ve yağış gibi iklim verileri (Duhan ve Pandey, 2013; Gocic ve Trajkovic, 2013; Shi ve diğ., 2013; Pamukçu ve diğ., 2014) ile akım ve sediment ölçüm verilerinin (Hamed, 2008; Iital ve diğ., 2014) eğilim analizleri için kullanılan istatistiksel bir testtir.

b. İklim değişikliğinin değerlendirilmesinde kullanılan diğer bir yöntem de genel sirkülasyon modellerini ölçek küçültme ile araştırma alanına aplikasyonudur. Bunun için Hadley enstitüsü tarafından geliştirilen HadGEM2-ES modeli (Hadley Centre Global Environment Model version 2 – Earth System) kullanılmıştır. Konsantrasyonun senaryolardaki değişiminin genel sirkülasyon modeli Şekil 3.15'te gösterilmiştir.



Şekil 3.15: Konsantrasyonun senaryolardaki değişimi.

Bu model IPCC AR5 tarafından ortaya konulan sera gazı senaryolarını baz alan ikinci nesil modellerdendir. Dört farklı senaryo ile farklı yıllara ait projeksiyonlar sıcaklık ve yağış verileri üzerinde uygulanmıştır. Modelin 30 sn çözünürlükteki küresel altlıkların çalışma alanı için ölçek küçültülmüş haritaları elde edilmiştir. Kullanılan altlıklar mevcut, 2050 ve 2070 yılları için ortalama sıcaklık ve yağış verileridir. Araştırma alanı için tüm senaryolara dayalı (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 ve RCP 8.5) projeksiyonlar elde edilmiştir.

3.4. EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN SAYISALLAŞTIRILMASI

Bu tez çalışmasında ekosistemlerden sağlanan su üretim hizmeti, toprak koruma ve karbon tutumu hizmeti sayısallaştırılmak üzere seçilmiştir. Seçilen ekosistem hizmetleri çalışma alanında sınıflandırılan arazi kullanımları için sayısallaştırılabilecek temel

hizmetlerdir. Su üretiminin ortaya konması ve planlamalarda bu ekosistem hizmetinin göz önünde bulundurulması; su kalitesinin iyileştirilmesine, su veriminin düzenlenmesine ve aynı zamanda sel-taşkın riskinin azaltılmasına yardımcı olabilmektedir. Aynı şekilde arazi kullanımlarına göre sayısallaştırılan yıllık toprak kaybı, erozyonu önlemek için alınan karar ve uygulamaların nicel olarak planlama aşamasında ele alınmasını sağlamaktadır. Toprak, diri örtü, ölü örtü ve toprak altı ve toprak üstü biyokütle karbonun arazi kullanımlarına göre sayısallaştırılması ise arazi kullanımlarında karbon tutumu hakkında bilgi vermekte; aynı zamanda değişen arazi kullanımları ve iklimle birlikte azaltım ve uyum süreçlerine destek sağlayabilmektedir.

Bu hizmetlerin sayısallaştırılması amacıyla hizmetlerin değerlendirme kriterleri ile indikatörleri belirlenmiştir (Tablo 3.5). Literatür verilerinin de kullanıldığı model ve yöntemler, arazi ölçümlerine, uzaktan algılama ve CBS tekniklerine dayanmaktadır.

Tablo 3.5: Ekosistem hizmetlerinin değerlendirme kriterleri ve indikatörleri.

Ekosistem hizmeti	Değerlendirme kriteri	İndikatörler
Su üretim hizmeti	Su kalitesi	Fiziksel ve kimyasal su kalite parametleri
	Su verimi	CN değerleri
	Sel-taşkın	Pik akımlar
Toprak koruma	Erozyon önleme	RUSLE modeli
Karbon tutumu	Arazi kullanımı ve geçirimsiz yüzey yoğunluğu oranı	Toprak ve vejetasyon analizleri (Hacim ağırlığı, hektardaki diri ve ölü örtü ağırlığı, organik madde miktarı)

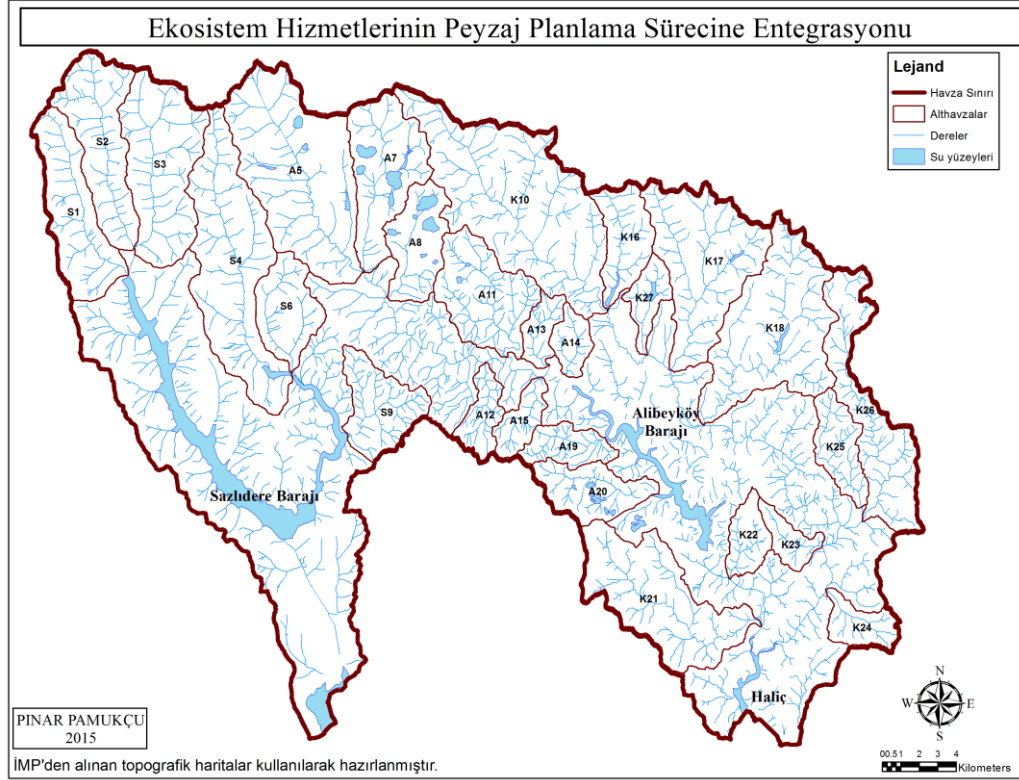
3.4.1. Su Üretimi Hizmetinin Hesaplanması

Ekosistemlerin su üretim hizmeti, MA (2005) ekosistem hizmetleri sınıflandırmasında düzenleyici hizmetler içerisindeki su akışının kontrolü, suyun temizlenmesi ve arıtımı ile sel-taşkını önleme (ekstrem iklim olaylarını azaltma) başlıkları altında sınıflandırılmıştır.

Su üretim hizmeti, çalışma alanında belirlenen alt havzalar baz alınarak incelenmiştir. Alt havzaların fizyografik ve hidrolojik karakteristikleri belirlendikten sonra su kalitesinin değerlendirilebilmesi için fiziksel ve kimyasal su parametrelerinin analiz ve değerlendirilmesi CBS teknikleri kullanılarak hem literatüre hem de arazi verilerine dayandırılarak arazi kullanımlarına göre yapılmıştır. Su verimi, “Curve Number (CN)” değerleri (Pamukçu ve diğ., 2014) kullanılarak değerlendirilmiştir. Alt havzalara ait sel-taşkın riski ise 2 ve 50 yıllık pik akımlar hesaplanarak belirlenmiştir.

3.4.1.1. Fizyografik ve hidrolojik karakteristiklerin belirlenmesi

Hidrolojik sistemin peyzaj planlamasına dâhil edilmesi, doğal kaynaklara sahip olan havzaların hidrolojik açıdan analizi temeline dayanmaktadır (Pamukçu ve diğ., 2011). Ekosistemlerden sağlanan su üretim hizmetinin arazi kullanımları ve peyzaj strüktürü açısından değerlendirilebilmesi amacıyla çalışma alanı 27 alt havzaya ayrılmıştır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16: Çalışma alanı için belirlenen alt havzalar.

Drenaj yoğunluğunun (Özhan, 2004), dere sıklığının ve çatallanma oranının yüksek oluşu, iyi gelişmiş bir drenaj sisteminin olduğunu ve yüzeysel akışın hızlı olduğunu gösterir. Drenaj yoğunluğu (D_y) (km/km^2), bir havzadaki tüm dere ve nehirlerin toplam uzunluğunun (L) (km) havza toplam alanına (A) (km^2) oranıdır ($D_y = \Sigma L/A$). Dere sıklığı-frekansı (D_s) ise, bir havzadaki dere sayısının (N_s) (adet) havza alanına (A) (km^2) oranıdır ($D_s = N_s/A$). Derelerin hiyerarşik olarak sayılarının belirlenmesi ve çatallanma oranının belirlenmesi için ise Strahler (1957) metodu kullanılmıştır. Bu metoda göre; $R_B = (N_n/N_{n+1})/N_T$, n derecedeki derelerin sayısının (N_n), $n+1$ derecedeki derelerin sayısına (N_{n+1}) oranının havzadaki derelerin toplam sayısına (N_T) oranıdır. Konsantrasyon zamanı ise WinTR-55 programı ile eğim, havza alanı, yağış, yüzeysel akış mesafesi ve arazi kullanımlarına göre kullanılan Manning katsayısı (Chow, 1959) ile hesaplanmıştır.

Dere uzunlukları (km), ana dere uzunlukları (km), ana dere eğimleri (%) ve yüzeysel akış mesafeleri (m) ise her bir alt havza için ArcGIS programı kullanılarak belirlenmiştir.

3.4.1.2. Su veriminin hesaplanması

Genellikle yıllık bazda suyun miktarı olarak tanımlanan su verimi, bir havzada yağışın ne kadarının su yüzeylerine (nehir, dere vb.) ya da yeraltı suyuna ulaştığı yani yağışın ne kadarının akışa geçtiği ile ilgilidir. Akışın yağışa oranı (akış katsayısı) ve havza alanı ile doğrudan ilişkilidir.

Su verimi yaklaşımları için akış katsayısı indikatör görevi görmektedir. Akış katsayısı akışın yağışa oranıdır. Yani gelen yağışın ne kadarının akışa geçtiğidir. İklim, topografik ve edafik parametrelerin etkilediği akış katsayısı aynı zamanda arazi kullanımının su üretimi üzerindeki etkisini de göstermektedir (Schueler, 2004; Sriwongsitanon ve Taesombat, 2011; Pamukçu ve diğ., 2014).

Su verimi hesaplamasında Pamukçu ve diğ. (2014)'te Marmara Bölgesi için hesaplanan akış katsayıları temel alınmıştır. Yapılan çalışmada iklim değişikliği ve arazi kullanımlarının su kaynakları üzerindeki etkisini belirleyebilmek amacıyla uzun yıllar hidro-meteorolojik verilerinin (30 yıllık) trend (eğilim) analizi teknikleri ve akış katsayıları kullanılmıştır. Akış katsayılarının hesaplanmasında tüm Marmara Bölgesi içerisindeki DSİ akım ölçme istasyonuna ait havzalar CBS ortamında sayısallaştırılmış ve havzalara ait arazi kullanımları ve arazi kullanımlarının yoğunlukları belirlenmiştir. Bu havzalar için maksimum yağışlar, hidrolojik toprak grupları ile ölçülen akış miktarları da kullanılarak akış katsayıları belirlenmiştir. Bu katsayılar; geçirimsiz yüzeyler için 0.95, mera alanları için 0.61, tarım alanları için 0.49 ve orman alanları için ise 0.40'tır.

Su veriminin hesaplanması için temel alınan akış katsayılarına göre çalışma alanı içerisindeki arazi kullanımlarına göre "Curve Number (CN)" değerleri belirlenmiştir. CN, belirli bir alanda yağışın infiltrasyonunun ya da direkt akışının öngörülmesi için hidrolojide kullanılan arazi kullanımlarına göre empirik analizler sonucunda geliştirilen bir parametredir. Akış katsayılarına göre arazi kullanımlarına göre belirlenen CN değerleri; geçirimsiz yüzeyler için 95, mera alanları için 61, tarım alanları için 49 ve orman alanları için ise 40'tır.

Yağışın akışa geçtiği su miktarının arazi kullanımlarına göre alt havzalarda belirlenebilmesi amacıyla uygulanan denklemler sırasıyla; $S=(1000/CN)-10$ denkleminde toprağın maksimum su tutma kapasitesi (S) belirlenmiştir. Toprağın yağış öncesi doyumluğu (I_a) ise; $I_a=50.02$ denkleminde hesaplanmıştır. Akış (Q), Maksimum yağış değeri (P) toprağın yağış öncesi doyumluğundan büyükse $Q=(P-I_a)^2/(P-I_a+S)$, küçük veya eşitse $Q=0$ dır. Bu denklemler sonucunda her bir alt havza için yağışın akışa geçtikten sonra ne kadarının tutulduğu bulunduğu gibi arazi kullanımlarının su miktarı üzerindeki etkisini de ortaya konmuştur.

Denklemlerde, arazi kullanımlarına göre akış katsayıları temel alınarak belirlenen CN değerleri ve Thiessen metoduna göre meteoroloji istasyonlarının etki alanlarına giren alt havzalar için 1 saatlik yağış verileri kullanılmıştır. Bu veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen yağış-şiddet tekrür verilerinden ortalama 30 dakikalık veriler kullanılarak 1 saatlik verilerin elde edilmesi ile hesaplanmıştır. Florya istasyonu için 1938-2010, Kumköy istasyonu için 1965-2010 ve Sarıyer istasyonu için 1955-2010 yılları arasındaki ortalama veriler kullanılmıştır.

3.4.1.3. Su kalitesinin belirlenmesi

Su kalitesinin değerlendirilebilmesi açısından suyun fiziksel özelliklerinin ölçümleri ile askıdaki katı madde miktarının belirlenmesi önem taşımaktadır. Arazide ölçülen fiziksel su parametreleri ile laboratuvarında hesaplanan askıdaki toplam katı madde miktarı ile ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir:

- Elektriksel iletkenlik ($\mu S/cm$): Suyun elektriksel iletkenliği, suyun kalitesinin değerlendirilmesi için kullanılabilir (Laxen, 1977; Pawlowicz, 2008; Visconti ve diğ., 2010; Siosemarde ve diğ., 2010; McNeil ve Cox, 2000; McCleskey, 2012; Marandi ve diğ., 2013). Suyun elektriksel iletkenliğinin ölçümü ile sudaki toplam çözünmüş tuzun ya da çözünmüş iyonların miktarı tahmin edilmektedir. Saf suyun iletkenliği 0.055 $\mu S/cm$ civarındadır. Doğal ve doğala yakın sularda elektriksel iletkenlik düşük, kirliliğin olduğu kaynaklarda ise yüksektir.

- Bulanıklık (NTU): Sudaki organik ve inorganik maddeler ile askıdaki maddeler suda bulanıklığa neden olmaktadır. Bulanıklık, arıtılan suyun kalitesinin gösterilmesi, arıtmanın etkisinin belirlenmesi (Yao ve diğ., 2014) ve sudaki Azot ve Fosfat yükünün değişikliğini belirlenmesinde (Lessels ve Bishop, 2013) yaygın olarak kullanılan bir

parametredir. Bulanıklık, su kalitesinin yüksek olduğu dolayısıyla suyun ışık geçirgenliğinin yüksek olduğu durumlarda düşük değerdedir.

- pH: Suyun asidik ya da bazik olduğunun bir göstergesidir. Biyolojik olarak suyun içerisindeki organizmaların aktivitesini etkilemektedir. Suyun pH değeri, suyun kalitesine de etki etmektedir. İçme sularında pH'ın 6.5 ile 8.5 arasında olması önerilmektedir (USEPA, 2005; Federal Provincial Territory Committee, 2010). Doğal ya da insan kaynaklı olarak sudaki pH değişmektedir (Mesner ve Geiger, 2010): Doğal kaynaklı sudaki pH'ın değişmesine örnek olarak; incir (*Ficus sp.*) ve çam (*Pinus sp.*) ağaçlarının yapraklarının dökülmesi topraktaki asiditeyi artırmakta ve yakın nehirlerdeki asiditeye etki etmektedir.

Doğal ve kirlenmemiş yağışla gelen suyun pH'ı 5 ile 6 arasındadır. Bu yağışla gelen suyun pH'ı, taban suyuna karıştığı ya da akışa geçtiği zaman toprağın strüktürü ya da toprak üstü biyokütlesinden kaynaklı olarak değişebilmektedir. Sudaki pH'ın insan kaynaklı değişmesine örnek olarak asit yağışları verilebilir. Asit yağışları, endüstriyel ya da kentsel alanlarda yüzeysel suların asiditesini artırmaktadır. Noktasal kirlilik olarak da tanımlayabileceğimiz endüstriyel atıkların direkt suya verilmesi nehir suyundaki pH'ta değişikliğe neden olmaktadır.

- Sıcaklık (°C): Sudaki sıcaklık, bölgenin iklimine, suyun rengine (koyu renkli sular güneş ışığını daha fazla absorbe eder), suyun derinliğine (derindeki su sıg kısıma göre daha soğuktur), dere kıyısındaki vejetasyona (gölge etkisi vb.), ölçüm yapılan mevsime, su kaynağına (yağış, yüzeysel akış, dağlardan ya da yer altından gelen kaynak sular), suyun bulunduğu yüzeydeki hacmine ve suya karışan atıklara göre değişebilmektedir⁹. Sudaki sıcaklığın artması sonucu, sudaki bakteri sayısı artabilir (Xiangpeng ve Shuhong, 2014) ve sudaki Azot ve Fosfor değerleri değişebilir (Xu ve diğ., 2012).

- Oksijen (mg/L): Atmosfer ve sucul bitkilerden sağlanan oksijenin bir kısmı suyun sıcaklığı, sudaki mineral konsantrasyonu ve atmosferik basınç gibi fiziksel etkenlere bağlıdır. Su sıcaklığı ve sudaki mineral miktarı arttıkça, sudaki çözülmüş Oksijen

⁹ Important water quality factors/Temperature, <http://www.h2ou.com/h2wtrqual.htm#temp>, [Ziyaret tarihi: 14 Ocak 2014].

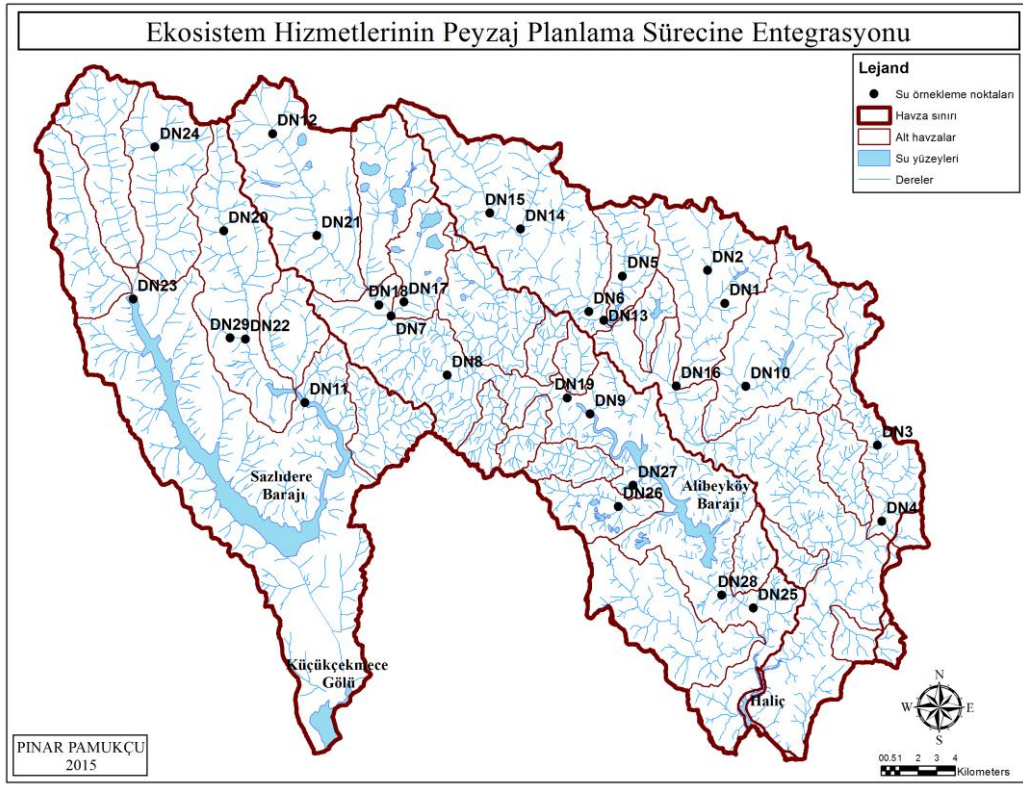
azalmakta ve sudaki organizmaların aktivitelerine ve yaşam koşullarına negatif etki yapmaktadır.

- Akış hızı (m/sn): Akış hızı, havzanın arazi kullanım tipi ve yoğunluğuna, su yüzeyinin tipine (göl, nehir vb.), dere sınıflamasına, mevsime, derinliğe ya da taşkın durumuna bağlı olarak değişebilen fiziksel bir parametredir.

- Askıdaki toplam katı madde miktarı (g/L): Su örneğindeki çökebilen ve çökemeyen sediment maddeleri, çamur veya kil mineralleri, kaya ve kum zerreleri, koloidal organik madde parçaları ve planktonlar gibi katı maddelerin toplamıdır. Arazi kullanımları ve bu kullanımların yoğunlukları ile erozyon bu maddeleri artırmakta ve suyun fiziksel olarak kirlenmesine sebep olmaktadır. Türüne ve miktarına göre etki derecesinin değiştiği suyun içerisindeki bu katı maddeler suyu bulanıklaştırır, oksijen miktarını azaltır ve fauna ve flora üzerine çökerek su canlılarına zarar verir.

Su kirliliğinin belirlenebilmesi amacıyla fiziksel parametreler yanında kimyasal parametreler de kullanılmaktadır. Su kirliliğine sebep olan iki farklı kirletici kaynak söz konusudur: Noktasal ve yayılı (noktasal olmayan) kirletici kaynaklar. Noktasal kirlilik kaynakları, evsel ve endüstriyel atık su deşarjları ile kentsel drenaj sistemleri deşarjlarıdır. Yayılı kirletici kaynaklar ise; tarım, orman ve çiftlik alanları yüzeysel akışları, yağış suları drenajları, rekreasyon alanları akışları ve sızıntıları, su ürünleri üretim alanları, katı atık depolama alanları ve atmosferden taşınımıdır (Ekdal, 2013). Yayılı kirletici kaynakları arazi kullanımlarına, bu arazilerde uygulanan yönetim uygulamalarına, toprak yapısı, iklimsel özellikler, topografya ve mevsimsel olarak değişmektedir. Yayılı kirletici kaynakların yük tahminleri yıllık bazda Azot ve Fosfor parametrelerinin tahminleri ile yapılmaktadır.

Çalışmada fizyografik ve hidrolojik karakterleri belirlenen 27 alt havzaya ilişkin derelerdeki su kalitesinin ortaya konması amacıyla 29 ayrı noktadan su örneği alınmıştır. Örnekleme noktaları (Şekil 3.17) arazi kullanımları dikkate alınarak ve Strahler (1957) metoduna göre CBS teknikleri kullanılarak belirlenen 3. ve 4. derecede derelerden alınan su örnekleri ve fiziksel özelliklerinin ölçümleri ile yapılmıştır.



Şekil 3.17: Su örneği alınan dere noktaları.

Elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$), bulanıklık (NTU), pH, sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), Oksijen miktarı (mg/L) ve akış hızı (m/sn) arazide bu derelerin yapılan fiziksel özelliklerinin ölçümleridir. “Türbidite Ölçüm Cihazı” ile bulanıklık, akış ölçer ile akış hızı ve “Arazi Ph Metresi” ile diğer fiziksel ölçümler yapılmıştır. Askıdaki katı madde miktarı (g/L) ise derelerden su örnekleri alınarak laboratuvar ortamında belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda örnekleme için göz önünde bulundurulması gereken sürekli akışın olduğu dere kalmamıştır.

Su kirliliğinin belirlenebilmesi amacıyla ölçülen fiziksel parametreler yanında ulusal ve uluslararası literatüre dayalı olarak kimyasal parametreler de kullanılmıştır. Arazi kullanımları ile toplam Azot ve toplam Fosfor konsantrasyonları arasında güçlü bir ilişki vardır (Johnson ve diğ., 1997). Tarımsal ya da kentsel havzalarda ormanlık havzalara göre daha fazla toplam Azot ve toplam Fosfor çıkışı görülmektedir. Kullanılan bu kimyasal parametreler toplam Azot ve toplam Fosfor için atmosferik birikim ve akışla çıkan olmak üzere iki grupta incelenmiştir. Gökbülak ve diğ. (2008)’e göre, Belgrad ormanlarında yapılan ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan orman alanlarında yıllık atmosferik birikim toplam Azot için 17.05 kg/ha ve toplam Fosfor için

4.24 kg/ha dır. Ryding ve Rast (1989)'ın arazi kullanımlarına göre hesapladığı toplam Azot ve toplam Fosfor için atmosferik birikim değerleri Belgrad ormanları için kullanılan değerlere göre yeniden hesaplanmıştır (Tablo 3.6).

Tablo 3.6: Arazi kullanımlarına göre Azot ve Fosfor için atmosferik birikim değerleri.

Arazi kullanımı	Toplam Azot (kg/ha. yıl)	Toplam Fosfor (kg/ha. yıl)
Geçirimsiz yüzeyler	36.21	28.82
Orman alanları	17.05	4.24
Tarım ve mera alanları	58.85	7.62

Akışla çıkan toplam Azot ve toplam Fosfor arazi kullanımlarına göre Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7: Arazi kullanımlarına göre Azot ve Fosfat için akışla çıkış değerleri.

Arazi kullanımı	Toplam Azot (kg/ha. yıl)	Toplam Fosfor (kg/ha. yıl)
Geçirimsiz yüzeyler	11.5	2.5
Orman alanları	0.9	0.136
Tarım alanları	5.1	1.05
Mera alanları	3.4	0.4

Geçirimsiz yüzeyler için yıllık akışla çıkan toplam Azot değeri 11.5 kg/ha (Smart ve diğ., 1985; Ryding ve Rast, 1989) ve toplam Fosfor değeri 2.5 kg/ha (PLUARG, 1978; Ryding ve Rast, 1989), orman alanları için yıllık akışla çıkan toplam Azot değeri 0.90 kg/ha (Gökbulak ve diğ., 2008; Smart ve diğ., 1985; Ryding ve Rast, 1989) ve toplam Fosfor değeri 0.136 kg/ha (Gökbulak ve diğ., 2008), tarım alanları için yıllık akışla çıkan toplam Azot değeri 5.1 kg/ha (Smart ve diğ., 1985'ten yeniden hesaplanmıştır) ve toplam Fosfor değeri 1.05 kg/ha (Sonzogni ve diğ., 1980; Ryding ve Rast, 1989) ile mera alanları için yıllık akışla çıkan toplam Azot değeri 3.4 kg/ha (Smart ve diğ., 1985; Ryding ve Rast, 1989) ve toplam Fosfor değeri 0.40 kg/ha dır.

3.4.1.4. Sel ve taşkın riskinin hesaplanması

Hidrolojik riskler su kaynaklarının gelecekteki değişimi ve/veya sonuçları şeklinde ortaya çıkan riskler olarak tanımlanabilir. Sel ve taşkın riski de bu hidrolojik risklerden biridir. Örneğin, sel sonucunda sediment taşınımına bağlı olarak lokal olarak su kalitesi azalabilir. Bu durumda sel ve taşkın bir sonucu olarak su kalitesinin azalması da hidrolojik bir risktir.

Su üretiminde sel ve taşkın riskinin belirlenmesi gelecekteki su kaynaklarının korunması ve arazi kullanım değişiklikleri açısından önemlidir. Sel ve taşkın riskinin hesaplanabilmesi için her bir alt havzaya ait derelerin en yüksek akımları parametre olarak kullanılmıştır. Bu yaklaşıma göre alana ait uzun yıllar yıllık toplam yağış verileri kullanılarak 2 ve 50 yıl pik akımlar için WinTR-55 programında her bir alt havzaya ait eğim, çevre, yüzeysel akış mesafesi, arazi kullanımı, maksimum yağış, yüzeysel akış mesafesinin arazi kullanımına göre Manning katsayısı ve konsantrasyon zamanı kullanılarak (Tablo 3.8) en yüksek (pik) akımlar simüle edilmiştir. Maksimum yağışlar Sarıyer, Kumköy ve Florya yağış-şiddet tekerrür verilerinden elde edilmiştir.

Tablo 3.8: Alt havzaların WinTR-55 le akış simülasyonunda kullanılan parametreler.

Alt havzalar	Yüzeysel akış mesafesindeki arazi kullanımı	Manning katsayısı	Ağırlıklı CN değeri	Akış hızı (m/s)	Konsantrasyon zamanı (h)
Sazlıdere-1	Tarım alanı	0.17	72	32.47	0.077
Sazlıdere-2	Tarım alanı	0.17	72	33.32	0.074
Sazlıdere-3	Tarım alanı	0.17	72	28.84	0.078
Sazlıdere-4	Tarım alanı	0.17	72	41.63	0.088
Alibeyköy-5	Orman alanı	0.8	60	10.54	0.309
Sazlıdere-6.1	Tarım alanı	0.17	72	17.57	0.081
Sazlıdere-6.2	Tarım alanı	0.17	72	13.39	0.057
Alibeyköy-7	Tarım alanı	0.17	72	10.29	0.088
Alibeyköy-8	BENT HAVZASI				
Sazlıdere-9	Orman alanı	0.8	60	7.70	0.162
Kağıthane-10	Orman alanı	0.8	60	15.42	0.279
Alibeyköy-11	Tarım alanı	0.17	72	30.31	0.069
Alibeyköy-12.1	Geçirimsiz yüzeyler	0.11	85	89.55	0.007
Alibeyköy-12.2	Geçirimsiz yüzeyler	0.11	85	2.73	0.207
Alibeyköy-13	Orman alanı	0.8	60	4.68	0.247
Alibeyköy-14	Orman alanı	0.8	60	3.53	0.263
Alibeyköy-15	Geçirimsiz yüzeyler	0.11	85	156.99	0.007
Kağıthane-16	BENT HAVZASI				
Kağıthane-17.1	Orman alanı	0.8	60	6.24	0.255
Kağıthane-17.2	Orman alanı	0.8	60	5.52	0.255
Kağıthane-18.1	Orman alanı	0.8	60	4.83	0.257
Kağıthane-18.2	Orman alanı	0.8	60	7.75	0.257
Alibeyköy-19	Geçirimsiz yüzeyler	0.11	85	174.20	0.007
Alibeyköy-20	Geçirimsiz yüzeyler	0.11	85	215.08	0.008
Kağıthane-21	Geçirimsiz yüzeyler	0.11	85	349.08	0.009
Kağıthane-22.1	Orman alanı	0.8	60	2.76	0.270
Kağıthane-22.2	Orman alanı	0.8	60	3.10	0.270
Kağıthane-23	Geçirimsiz yüzeyler	0.11	85	111.16	0.009
Kağıthane-24	Geçirimsiz yüzeyler	0.11	85	116.51	0.009
Kağıthane-25	Orman alanı	0.8	60	7.65	0.242
Kağıthane-26	Orman alanı	0.8	60	12.98	0.254
Kağıthane-27.1	Orman alanı	0.8	60	1.96	0.271
Kağıthane-27.2	Orman alanı	0.8	60	1.49	0.271

Bent havzaları (Alibeyköy-8 ve Kâğıthane-16) ve alt havzaların içindeki bent havzaları (Alibeyköy-5 -659.46ha-, Alibeyköy-7 -1183.72 ha-, Kâğıthane-10 -739.66 ha-, Alibeyköy-11 -255.32 ha-, Kâğıthane-17.2 -224.94 ha-, Kâğıthane-18.2 -1522.69 ha-, Kâğıthane-21 -79.89 ha-, Kâğıthane-26 -441.68 ha- ve Kâğıthane-27.2 -189.98 ha) herhangi bir sel ve taşkın riski taşımadığından hesaplamalara dâhil edilmemiştir. Çünkü gelen yağış, yüzeysel ve yeraltı suları ile bentlerde toplanmaktadır. Bu da bent havzalarındaki sel ve taşkın riskini en aza indirmektedir. Bazı alt havzalarda ise ana dere iki ayrı ana dere olarak çatallanmıştır. Bu alt havzaların konsantrasyon zamanları ve pik akımları ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Pik akımlar alt havzalara göre düşükten yükseğe doğru 0 ila 3 arasında puanlandırıldıktan sonra sel ve taşkın riski CBS ortamında haritalandırılmıştır.

3.4.2. Toprak Koruma Hizmetinin Hesaplanması

Ekosistemlerin toprak koruma hizmeti, MA (2005) ekosistem hizmetleri sınıflandırmasında düzenleyici hizmetler başlığı altında incelenen erozyon önleme kontrolü açısından önemlidir.

Yıllık toprak kaybının arazi kullanımlarına göre sayısallaştırılması için kullanılan RUSLE modeli, universal toprak kaybı modelinin (USLE) modifikasyonudur (Renard ve diğ., 1997). Gözlemlere dayalı empirik bir tabaka-oluk erozyonu regresyon denklemidir (Wischmeier ve Smith, 1965). Denklem basitliği ve parametrelere kolaylıkla erişilebildiğinden bu modelin yıllık toprak kaybını hesaplamada kullanımı yaygındır. Toprak koruma hizmeti, RUSLE modelinin CBS teknikleri kullanılarak çalışma alanı için uygulanması ve arazi kullanımları ile bu modelin karşılaştırılması sonucunda her arazi kullanımı için yıllık ortalama toprak kaybının bulunması ile sayısallaştırılmıştır.

Denklemdaki her bir değer için CBS ortamında sayısallaştırma yapılmıştır. Universal toprak kaybı denklemi, yıllık olarak ortalama toprak kaybının hektardaki ton olarak değeridir.

$$\underline{A} = \underline{R} \times \underline{K} \times \underline{L} \times \underline{S} \times \underline{C} \times \underline{P}$$

A: Yıllık ortalama toprak kaybı (ton/ha), R: Yağış erozivite (erozyon) indeksi, K: Toprak erodibilite faktörü (ton/ha), L: Yamaç uzunluğu (arazi eğim uzunluğu) faktörü,

\underline{S} : Eğim (arazi eğim derecesi) faktörü, \underline{C} : Bitkisel ürün (bitki amenajman) faktörü ve \underline{P} : Toprak koruma önlemleri faktörüdür.

Yağış erozivite (erozyon) indeksi (\underline{R}); yağışın potansiyel erozyon yaratma/yapabilme ölçüsüdür. Florya, Kumköy, Sarıyer ve Terkos meteoroloji istasyonları verilerine göre; yağışın toplam enerjisinin (E) 30 dakikalık en yüksek yağışın şiddeti ($I30$) ile çarpılması sonucunda hesaplanmıştır. Maksimum yağışlar, meteoroloji istasyonlarının yağış-şiddet tekerrür verilerinden elde edilmiştir.

$$\underline{R} = E \times I30 / 100$$

$$I = (h \times 60) / t$$

$$E = E_g$$

$$E_g = E_u \times h$$

$$E_u = 210.3 + 80 \log I$$

\underline{R} : Yağış erozivite (erozyon) indeksi (ton/m/ha), E ve E_g : Yağışın kinetik enerjisi (ton/m/ha), $I30$: 30 dk. lık yağış intensitesi (cm/s), I : Yağış intensitesi (cm/s), h : Yağış miktarı (cm), t : Yağış süresi (dakika) ve E_u : Birim kinetik enerji (t-m/ha/cm) dir. İstasyonlara göre, yağış erozivite indeksinin bulunması amacıyla hesaplanan veriler Tablo 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.9: Yağış erozivite indeksinin hesaplanması.

İstasyon adı	I30 (cm/s)	Eu (t-m/ha/cm)	Eg = Eu*h (ton/m/ha)	\underline{R} (ton/m/ha)
Florya	3	248.47	745.41	22.36
Kumköy	3.94	257.94	1016.28	40.04
Sarıyer	3.58	254.61	911.51	32.63
Terkos	4.4	261.78	1151.82	50.68

Deterministik bir enterpolasyon tekniği olan “Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon (Inverse Distance Weighted-IDW)” ile CBS ortamında istasyon verilerine göre yağış erozivite indeksi enterpole edilmiştir.

Toprak erodibilite faktörü (\underline{K}), toprağın erozyon eğilimi ve/veya potansiyelidir. Toprağın bünyesi, yapısı ve yapısal stabilitesi, organik madde miktarı, geçirgenliği, yüzeydeki çakıl oranı, nem miktarı ve profil derinliği gibi fiziksel özellikleri toprak

erodibilite derecelerini belirleyen en önemli etkenlerdir (Doğan ve diğ., 2000). Standart koşullar altında ölçüldüğünde; toprağın erozyona duyarlılığını ve akışın oranını birlikte göstermektedir.

Kil oranının yüksek olduğu topraklar ve kumlu topraklar gibi kaba tekstürlü topraklar toprak erodibilitesinin düşük olduğu topraklardır. Killi topraklar, birbirinden ayrılmaya dirençli ve kompakt bir yapıya sahip oldukları için düşük erodibiliteye sahipken, birbirinden kolay ayrılabilirdiği halde kumlu topraklar akışın düşük olması sebebiyle düşük erodibiliteye sahiptir. Yüksek silt içerikli topraklar ise hem kolay ayrılabilen hem de yüksek akış oranına sahip olan topraklardır. Dolayısıyla bu topraklar, erodibilitenin yüksek olduğu topraklardır.

Toprak erodibilite faktörü (K) verileri Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan alınan erozyon haritalarından yararlanılarak hazırlanmıştır (Tablo 3.10). Bu haritalara göre K faktöründe; iklim, topografya ve ana madde farklılıkları nedeniyle birbirinden ayrılan büyük toprak grupları ve toprak özellikleri kombinasyonu rol oynamaktadır.

Tablo 3.10: K faktörü değerleri.

Büyük toprak grupları	Toprak özellikleri kombinasyonu	K faktörü
Vertisol	1	0.13
Alüvyal toprak	1	0.19
Kireçsiz kahverengi orman toprağı	5, 6	0.19
Alüvyal toprak	4	0.37
Rendzina	8, 10	0.37
Kireçsiz kahverengi orman toprağı	9, 10	0.37
Kırmızı-sarı podzolik toprak	10	0.37
Kahverengi orman toprağı	9, 10	0.37
Alüvyal toprak	5, 7	0.60
Rendzina	11, 14	0.60
Kireçsiz kahverengi orman toprağı	11, 13, 14	0.60
Rendzina	15, 16	0.70
Kireçsiz kahverengi orman toprağı	15, 20	0.70

Bitkisel ürün faktörleri; bitki örtüsü ve arazi kullanımlarının erozyon açısından etkisini belirlemede rol oynamaktadır. Bitkisel ürün faktörleri (C) verileri Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan alınan erozyon haritalarından yararlanılarak hazırlanmıştır (Tablo 3.11). Bu haritalara göre C faktöründe; arazi kullanımları rol oynamaktadır.

Yamaç uzunluğu faktörü (L), yüzeysel akışın bulunduğu ya da oluştuğu noktadan uzaklaştıkça mesafeyle ters orantılı olarak eğimin genelde azaldığı yatay mesafedir. Her

bir dereye olan noktasal yatay uzaklıkların CBS teknikleri ile hesaplanarak raster veri elde edilerek belirlenmiştir.

Tablo 3.11: C faktörü değerleri.

Arazi kullanımı	C faktörü
Yerleşim alanları, su yüzeyleri	0
Fundalık	0.1
Orman	0.1
Mera	0.1
Çayır	0.15
Sulu tarım	0.40
Bahçe (kuru)	0.40
Kuru tarım (nadassız)	1.00

Alanın biyofiziksel özelliklerinden eğim faktörü (S) arttıkça erozyon da artmaktadır. Burada eğim faktörü yamaç dikliğidir. 10 m lik eşyüksekti eğrileri kullanılarak mekânsal analiz sonucunda çalışma alanı için eğim haritası elde edilmiştir.

Toprak koruma önlemleri faktörü (P) ise her alan kullanımında ve toprak grubunda bu çalışmada eşit kabul edilmiştir.

Tüm bu RUSLE modelinin haritaları birleştirilerek tek bir toprak kaybı dağılım haritası oluşturulmuştur. Toprak kaybı dağılımı arazi kullanımları haritası ile karşılaştırılarak, her bir arazi kullanımındaki yıllık ortalama toprak kaybı CBS ortamında raster veri üzerinden hesaplanmıştır. Böylece model olası toprak kaybının her bir arazi kullanımındaki aralığını raster veriler üzerinden değerlendirmektedir.

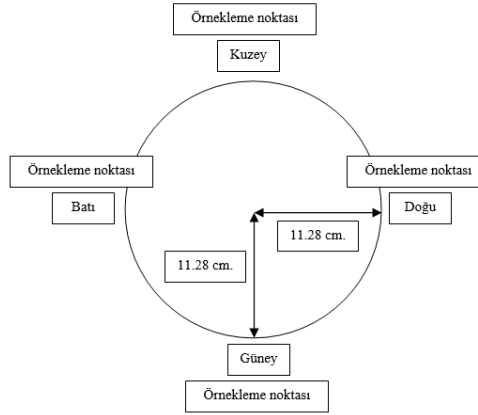
3.4.3. Karbon Tutumu Hizmetinin Hesaplanması

Ekosistemlerin karbon tutumu hizmeti, MA (2005) ekosistem hizmetleri sınıflandırmasında düzenleyici hizmetlerden bir tanesidir. Arazi kullanımına göre karbon tutumunun belirlenmesi amacıyla hem ulusal ve uluslararası literatürden alınan veriler hem de araziden alınan örneklerin analizleri değerlendirilmiştir.

3.4.3.1. Arazide toprak ve vejetasyon örnekleme ve analizleri

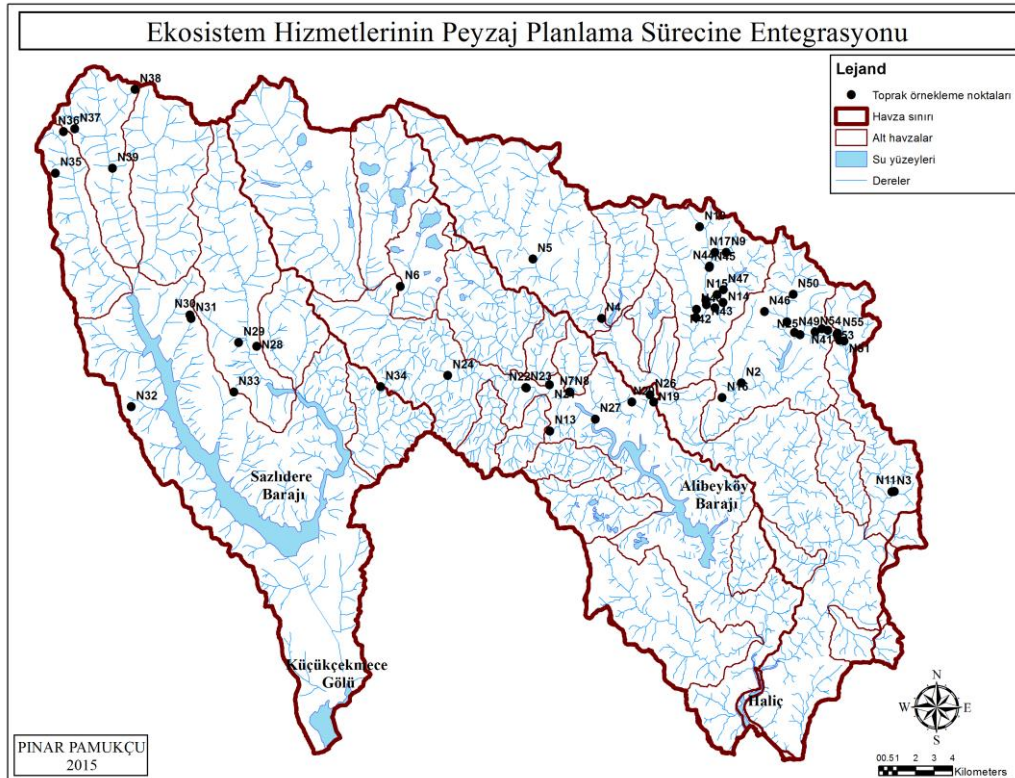
Karbon tutumu hizmeti için arazide değerlendirmenin ve doğrulamanın yapılabilmesi için toprak ve vejetasyon örnekleri alınmıştır. Toprak ve vejetasyon örnekleme, orman alanlarında meşcere tipine, mera alanlarında kullanım yoğunluğuna ve tarım alanlarında ise rasgele olarak seçilmiş olan alanlarda yapılmıştır. Örnekleme, örnek noktalarından dört ana yönde ana merkeze 11.28 m. uzaklıktan 4 nokta alınarak yapılmıştır (Şekil 3.18). Böylece her bir örnekleme noktası çevresinin yaklaşık 400 m² lik bir alanı arazi

kullanımlarının karbon tutumu hizmetinin değerlendirilebilmesi amacıyla örneklenmiştir.



Şekil 3.18: Toprak ve vejetasyon noktalarının örneklenmesi.

Çalışma alanına ilişkin 55 ayrı noktadan (Şekil 3.19) torba (toprak) ve çerçeve örnekleri (diri ve ölü örtü) alınmış; aynı zamanda 400 m² için odunsu türler belirlenmiştir. Odunsu türlerin göğüs çapları da ölçülmüştür.



Şekil 3.19: Toprak ve vejetasyon örneği alınan noktalar.

Alınan toprak örneklerinin laboratuvarda hacim ağırlıkları ve organik madde miktarları hesaplanmış; tekstür analizi ile tekstürleri belirlenmiştir. Çerçeve örnekleri ile toplanan

ölü ve diri örtü kurutulmuş hektardaki fırın kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Toprak üstü ve toprak altı biyokütle için ise odunsu türler için kabuklu hacimler hesaplanmıştır.

3.4.3.2. Arazi kullanımlarının karbon tutumunun hesaplanması

Karbon hesabı; toprak altı, toprak üstü, ölü örtü, diri örtü ve topraktaki karbon hesaplanarak yapılmıştır. Toprak noktalarına ait toprak altı ve toprak üstü karbon hesabı için, her bir noktaya ait 400 m² içerisindeki odunsu türlerin ölçülen göğüs çaplarından hem ağaç hem de meşcere tipine (yapraklı ya da ibrelili) göre hektardaki kabuklu hacimleri bulunmuştur. EK 2’de toprak üstü ve toprak altı biyokütle hesaplamaları ile bu karbon havuzlarının karbon tutum hesaplamaları verilmiştir. Meşcerelere ait hacimler belirli BCEF (Default Biomass Conversion and Expansion Factors) katsayıları (Tablo 3.12) ile çarpılarak toprak üstü ve toprak altı biyokütellerin karbon tutumları hesaplanmıştır. Yapraklı meşcerelerin biyokütelleri 0.48 ile ibrelili meşcerelerin biyokütelleri için ise 0.51 katsayısı (IPCC, 2006) kullanılarak hektardaki karbon tutumu ton değerinden belirlenmiştir.

Tablo 3.12: Toprak altı ve toprak üstü karbon hesabı BCEF katsayıları (IPCC, 2006).

Orman Tipi	BCEF	Meşcere Hacmi (m ³) (Ilıman iklim tipi için)				
		<20	21-40	41-100	100-200	>200
Sert odun	BCEF _s	3 (0.8-4.5)	1.7 (0.8-2.6)	1.4 (0.7-1.9)	1.05 (0.6-1.4)	0.8 (0.55-1.1)
Çam	BCEF _s	1.8 (0.6-2.4)	1.0 (0.65-1.5)	0.75 (0.6-1.0)	0.7 (0.4-1)	0.7 (0.4-1)
Diğer koniferler	BCEF _s	3 (0.7-4)	1.4 (0.5-2.5)	1.0 (0.5-1.4)	0.75 (0.4-1.2)	0.7 (0.35-0.9)

Topraktaki karbon hesabı için örnek noktalarından alınan silindir örneklerinde fırın kuru ağırlıkların silindir hacimlerine bölünmesi ile hacim ağırlıkları hesaplanmıştır. Organik madde miktarı Walkley-Black yöntemi ile belirlenmiştir. EK 3’te örneklere ait toprak tekstürleri ile toprak karbon tutumu hesaplamaları verilmiştir. Yapraklı meşcere topraklarının hesaplanan organik madde miktarları 0.48, ibrelili meşcere topraklarının hesaplanan organik madde miktarları ise 0.51 ile mera topraklarının hesaplanan organik madde miktarları 0.50 katsayısı (IPCC, 2006) ile çarpılarak hektardaki karbon tutumu ton değerinden belirlenmiştir.

Toprak noktalarına ait ölü ve diri örtü karbon hesabı için, alınan çerçeve (50x50 cm) örneklerinin fırın kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Hektardaki ağırlık hesaplanarak 0.37 (IPCC, 2006) katsayısı ile çarpılarak karbon tutum miktarları EK 4’te gösterildiği üzere belirlenmiştir.

3.4.3.3. *Geçirimsiz yüzey yoğunluğuna göre karbon tutumu*

Geçirimsiz yüzeylerin yoğunluğuna bağlı olarak karbon tutumunun hesaplanabilmesi için çalışma alanı 500 x 500 m boyutunda 2511 gride bölünmüştür. Geçirimsiz yüzey yoğunluğu her bir grid için %20 den büyük, %40 tan büyük, %60 tan büyük ve %80 den büyük olarak 4 sınıfa ayrılmıştır. Arazi kullanımları birim alanlarındaki toprak altı biyokütle, toprak üstü biyokütle, ölü örtü, diri örtü ve topraktaki karbon tutum değerleri geçirimsiz yüzey yoğunluğuna göre hesaplanmıştır. Böylece geçirimsiz yüzey yoğunluğuna göre karbon tutum değerleri ve dağılımları çalışma alanı için belirlenmiştir.

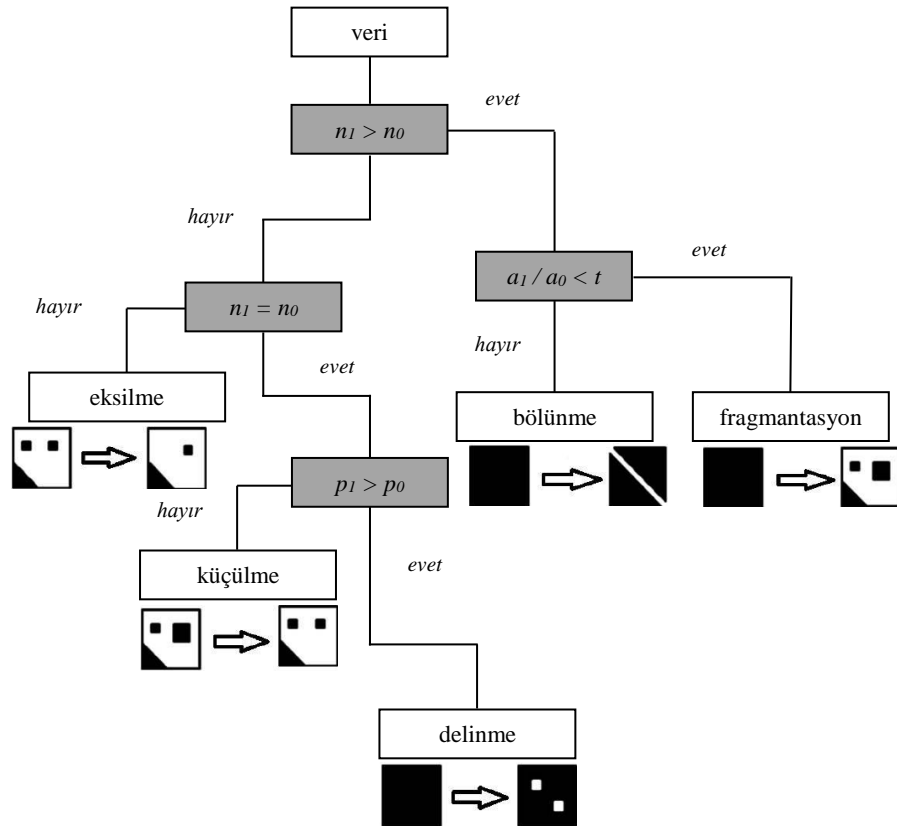
3.5. PEYZAJ DESEN ANALİZİ

Peyzaj yaklaşımları ve yöntemleri açısından ulusal ve uluslararası literatüre bakıldığında peyzajın strüktürünün (yapısının) belirlenmesi, peyzaj desenlerinin tanımlanmasına ve nicel olarak belirlenmesine bağlıdır. Kısacası peyzaj desenleri peyzaj strüktürünün belirlenmesi, analizi ve değerlendirmesinde bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Uuemaa ve diğ., 2013). Amaç ve kapsama dayalı olarak peyzajın kompozisyonuna (proporsiyon indeksleri gibi) göre değerlendirilebileceği gibi peyzajın konfigürasyonuna-bileşimine (ünite yoğunluğu gibi) göre de değerlendirilebilir (Xiao ve Ji, 2007). Arazi kullanımlarının proporsiyon indeksleri, bir peyzajdaki her arazi kullanım alanının yüzdesidir ve peyzaj kompozisyonunun niceliğini belirlemek için kullanılmaktadır. Diğer indeksler ise peyzaj bileşimini göstermektedir. Peyzaj desenleri ve bu desenlerdeki değişim analiz ve değerlendirmeleri farklı istatistikî yöntemlere (Temel Bileşenler Analizi, regresyon analizi gibi) dayandırılarak yapılmaktadır (Cifaldi ve diğ., 2004; Lin ve diğ., 2007; Xiao ve Ji, 2007).

Peyzaj desen analizi (PDA) ile peyzaj desenlerindeki mekânsal heterojenliğin önemli kısımları belirlenebilirken; zamansal analizler ile desenlerdeki farklılıklar farklı fonksiyonlara göre ortaya konabilmektedir. Mekânsal heterojenlik doğal ya da kültürel olabilmekte ve PDA sonucunda farklı fonksiyon ya da yapılar incelenebilmektedir. Örneğin; biyoçeşitlilik ve habitat kalitesinin analizi, su kalitesinin değerlendirilmesi, kentsel peyzaj desenleri, peyzaj estetiği, yönetim, planlama ve izleme peyzaj desenlerinin belirlenmesi için kullanılan peyzaj metrikleri ile yapılan çalışmalardan bazılarıdır.

Peyzaj desenlerinin nicel olarak belirlenmesi için geliştirilen metotlarda desen-süreç ilişkisi de göz önünde bulundurulmaktadır (O'Neill ve diğ., 1988; Turner, 1990; Turner ve Gardner, 1991; Baker ve Cai, 1992; McGarigal ve Marks, 1995; Pickett ve Cadenasso, 1995; Gustafson, 1998; Wu ve Hobbs, 2002). Geliştirilen metotlardan mekânsal bir analiz olan PDA farklı ölçeklerde farklı birçok metrik aracılığıyla mekânsal desenler ile ekolojik süreçleri bağdaştırmaktadır. Dolayısıyla zamansal bir analiz olma özelliğini de taşır. PDA ile peyzaj desenleri nicel olarak belirlendiği gibi, peyzaj desenlerindeki değişimler de ortaya konularak gelecek yıllara ilişkin projeksiyonlar oluşturulabilir ve farklı peyzajlar arasındaki desenler karşılaştırılabilir.

Peyzaj desenlerindeki değişimler, mekânsal dönüşüm süreçleri -delinme (perforation), bölünme (dissection), parçalanma (fragmentation), küçülme (shrinkage) ve eksilme (attrition)- olarak karşımıza çıkmaktadır (Forman, 1995). Mekânsal dönüşüm süreçlerini açıklamak için ele alınan sınıfın alan değişimine, çevreye ve ünite sayısına bağlı bir karar ağacı oluşturulmuştur (Şekil 3.20) (Bogaert ve diğ., 2004; Koffi ve diğ., 2007; Bogaert ve diğ., 2008).



Şekil 3.20: Mekânsal dönüşüm süreçleri karar ağacı.

Ele alınan sınıfın alan kaybı ($a_1 / a_0 < 1$) peyzajın dönüşümündeki mekânsal süreçleri karakterize etmektedir. Akış şemasında, a alanı, p çevreyi ve n ünite sayısını ifade etmekte, zamansal olarak ise önceyi a_0 , n_0 ve p_0 , sonrayı ise a_1 , n_1 ve p_1 temsil etmektedir.

Mekânsal dönüşüm süreçleri ünitelerin sayısının değişimine göre iki gruba ayrılabilir: Delinme, eksilme ve küçülme ünite yoğunluğunun artışına sebep olmazken; fragmantasyon ve bölünme ile artış gerçekleşmektedir. Bölünmeden fragmantasyonu ayırmak için fragmantasyonda önemli bir alan kaybı olurken; bölünme bu alan kaybı daha sınırlıdır. Bu kayıpların tanımlanması için önceden belirlenmiş eşik değerler kullanılmaktadır (Bogaert ve diğ., 2008).

Toplam merkezi habitat ortalaması her süreçte düşüş göstermektedir. Alan boyunca devam eden koridor ve matrislerdeki bağlantısallık (connectivity) bölünme ve parçalanma ile azalmaktadır. Orjinal ve yeni arazi kullanımlarındaki arasındaki toplam kenar uzunluğu küçülme ve eksilme ile azalmaktadır. Her bir mekânsal süreç peyzajdaki mekânsal özellikleri etkilediği gibi ekolojik karakteristikleri de etkilemektedir (Forman, 1995; Aksu, 2012).

Peyzaj ekolojisini oluşturan peyzaj desenleri populasyon dinamikleri, biyokimyasal döngü ve biyoçeşitlilik gibi ekolojik süreçleri de etkilemektedir. Örneğin; habitatlar peyzaj desenlerindeki mekânsal yapılarıdır. Habitatlardaki populasyon dinamikleri ve yapısı, canlıların algı ve davranışları ile ilgilidir (Johnson ve diğ., 1992). Bu dinamik ve yapı, antropojenik aktivitelerin (odun üretimi, kentleşme vb.) peyzaj yapısına zarar vermediği ve ekolojik döngünün sağlıklı olduğu yerlerde en yüksektir. Fakat peyzaj desenlerindeki parçalanma ya da bozulma, ekolojik süreçleri negatif yönde etkilediği gibi bunun sonucunda da ekosistem hizmetlerinin fonksiyonel bütünlüğünü de bozmaktadır. Dolayısıyla peyzaj desen analizinin uygulanan uygun ve etkin yöntem sonuçları doğrultusunda peyzajın etkisini ve biyofiziksel ve/veya sosyo-ekonomik etkilerin peyzajı nasıl etkilediğini bilmek peyzaj ekolojisinin gelişimi ve anlaşılması açısından önemlidir. Peyzaj desenlerinin nicel olarak ve farklı ölçeklerde belirlenmesi gereken bu etkileri ortaya sayısal olarak koymaktadır.

Forman ve Godron (1986)'ya göre peyzajın oluşumu ve gelişiminde peyzajın üç mekanizması (strüktür, fonksiyon ve değişim) rol oynamaktadır. *Strüktür*, farklı

ekosistemler ve öğeleri arasındaki mekânsal ilişkileri ortaya koyarken; *fonksiyon*, mekânsal öğelerin etkileşimlerini (enerji, madde ve türlerin tüm ekosistem boyunca akışı) belirtmektedir. *Değişim* ise ekolojik mozaiklerin strüktür ve fonksiyon bakımından zaman içerisindeki farklılaşmasıdır.

Peyzaj strüktüründeki mekânsal bileşenler ise ünite, koridor ve matrislerdir. Bu bileşenler lokal çevrenin yapılanmaları iken; mozaikler bu üç bileşen tarafından oluşturulan peyzajlar ya da bölgelerdir (Darmstad ve diğ., 1996).

Üniteler, birbirlerine komşu alanlardan strüktür ve kompozisyon farklılıkları ile ayrılan alanlardır (Pickett ve Rogers, 1997). Araştırmanın amacına göre ekotop, biyotop, peyzaj bileşenleri-öğeleri-hücreleri, habitat ya da belirli bir alan peyzajı oluşturan basit öğeler yani üniteler olarak değerlendirilebilir (Forman ve Godron, 1986).

Koridorlar, peyzajın kendi içerisinde ya da farklı peyzajlar arasındaki bağlantıyı kuran lineer mekânsal bileşenlerdir. Bu bileşenler sadece mekânsal bağlantıyı değil, aynı zamanda peyzajlardaki habitatlar arasındaki hareket, popülasyonların devamı ve enerji akışı gibi ekolojik ilişkiler ve süreçlerin de bağlantısını sağlamaktadır. Dolayısıyla canlılara geçici ya da kalıcı habitatlar sunmaktadır. Örneğin; peyzajda yürüyüş parkurları, transport yolları (demir yolları, kara yolları, kanallar vb.) ve enerji nakil hatları gibi doğal olmayan koridorlar mekânsal olarak bağlantıyı sağlarken; akarsu koridorları sucul ortam ile karasal ortam arasındaki doğal (ekolojik) geçiş alanları olmakla birlikte; su ortamında yaşayan hayvanların diğer akarsulara ve doğal alanlara hem ulaşımını hem de ekolojik süreçlerinin farklı alanlarda da sürdürülebilirliğini sağlamaktadır.

Matrisler, üniteler ve koridorların içinde yer aldığı genellikle en geniş ve bağlantısallığı en yüksek mekânsal bileşenlerdir. Bağlantısallığa, üstünlüğe ya da fonksiyona bağlı olarak bir peyzajdaki matrisler belirlenebilir.

Peyzaj desen analizi, McGarigal (2002)'ye göre dört temel mekânsal veri tipini – (1) mekânsal nokta desenleri, (2) çizgisel ağ desenleri, (3) yüzey desenleri ve (4) kategorik (tematik) harita desenleri – içermektedir:

Mekânsal nokta desenleri, coğrafik konumun nicel ve nitel özelliklere göre daha öncelikli olduğu mekânsal veri tipidir. Örneğin; bir ormandaki tüm ağaçların coğrafik

konumlarının listesini içeren bir haritanın oluşturulması gibi. Amaç, noktaların rasgele olarak beklendiğinden daha fazla ya da daha az kümelenmiş olduğunu belirlemek ve/veya noktaların rasgele olmayan dağılım eğiliminde olan mekânsal ölçeği ya da ölçekleri bulmaktır.

Çizgisel ağ desenleri, çizgisel peyzaj elemanlarının bir ağ oluşturacak şekilde kesişmesiyle oluşmaktadır. Örneğin; bir havzadaki akarsuların haritası gibi. Amaç, ağın fiziksel strüktürünü (koridor yoğunluğu gibi) geliştirilen birçok metriğin kullanılması ile karakterize etmektir.

Yüzey desenleri, peyzaj boyunca devamlı değişen fakat belirgin sınırların olmadığı nicel ölçüleri ifade etmektedir. Örneğin; sayısal yükseklik modeli gibi.

Kategorik (tematik) harita desenleri, ilgili sistemin ayrı ünitelerinden oluşan bir mozaik göstermektedir. Örneğin; poligonların ya da grid hücrelerin her arazi örtüsü sınıfı için sınıflandırıldığı arazi örtüsü tipleri haritası gibi. Amaç; ünite mozaikinin mekânsal bileşimini ve kompozisyonunu karakterize etmektir.

3.5.1. Peyzaj Desen Metrikleri

Peyzaj strüktürü peyzaj desenlerinin sayısallaştırılması ile tanımlanmaktadır. Peyzaj desenlerinin sayısallaştırılması ve analizi ise matematiksel bir değerlendirme sağlayan peyzaj metriklerinin kullanılması ile sağlanmaktadır. Metriklerin hesaplanmasında özellikle ölçeğin belirlenmesi ve sonuçların yorumlanması önemlidir. Çünkü peyzajlar, boyut, şekil ya da içerik bakımından farklı ünitelerin mozaikleridir (Risser ve diğ., 1984; Forman ve Godron, 1986; Wu ve Levin, 1994; Qi ve Wu, 1996).

Ölçek hiyerarşisi olarak peyzaj desen metrikleri (1) ünite (patch) metrikleri, (2) sınıf (class) metrikleri ve (3) peyzaj (landscape) metrikleridir. *Ünite metrikleri*, bireysel üniteler için tanımlanmıştır; ünitelerin mekânsal karakterini ve durumunu karakterize etmektedir. *Sınıf metrikleri*, belirli bir sınıfın tüm ünitelerini göstermektedir. *Peyzaj metrikleri*, tüm üniteleri ve sınıfları peyzaj ölçeğinde karakterize etmektedir. Örneğin; ormanın içerisi bir ünite, özel bir bölgedeki tüm ormanlar sınıf ve bölgedeki tüm arazi örtüsü sınıfları peyzaj ölçeğindedir.

McGarigal (2015) metrikleri peyzaj desen ölçümlerine göre 6 gruba ayırmıştır: (1) Alan ve kenar metrikleri, (2) şekil metrikleri, (3) çekirdek alan metrikleri, (4) karşıtlık-zıtlık

metrikleri, (5) kümelenme metrikleri ve (6) çeşitlilik metrikleri. Her metrik grubu ünite, sınıf ve peyzaj düzeyinde farklı metriklere sahiptir.

3.5.2. Peyzaj Strüktürünün Belirlenmesi

Peyzajlardaki mekânsal desenlerin metrikler yardımıyla ölçülerek tanımlanması peyzajlardaki mekânsal ve zamansal değişimi (Su ve diğ., 2014) ya da mekânsal dönüşümü ortaya koyduğu gibi bu desenlerin ekolojik karakteristikleri ve ekolojik süreçleri etkilemekte (Turner ve diğ., 2001) ya da karşılıklı etkileşim içinde olduğu bilinmektedir. Bu tez çalışmasında, çalışma alanında uygulanan peyzaj desen analizi ise desenlerin arazi kullanımlarına göre belirlenmesi ve sayısallaştırılan ekosistem hizmetleri ile birlikte değerlendirilmesi ve etkilerinin belirlenmesi için kullanılmıştır. Literatüre dayalı olarak belirlenen peyzaj metrikleri ele alınan her ekosistem hizmeti için değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada temel alınan nokta: Peyzaj metriklerinin farklı arazi kullanımlarında hesaplanan ve sayısallaştırılan ekosistem hizmetlerine etkisidir. Çalışmada peyzaj desenleri için herhangi bir zamansal değişim ya da gelecek için projeksiyonlar söz konusu değildir.

ERDAS Imagine aracılığıyla SPOT 6 uydu görüntüsü (Temmuz 2013) üzerinden sınıflandırılan arazi kullanımındaki peyzaj indekslerini hesaplamak amacıyla bir peyzajda her ünite, sınıf ve peyzajın tümü için istatistik hesaplayan bir yazılım olan FRAGSTATS v4.2. programı (McGarigal ve Marks, 1995) kullanılmıştır. Sınıflandırılan görüntü 1.5 x 1.5 m çözünürlüktedir. Ancak bu çözünürlük programdaki teknik nedenlerden dolayı kullanılamamış, çözünürlük 5 x 5 m ye düşürülmüştür.

Peyzaj ekolojisi yaklaşımlarında ve bu yaklaşımlara göre hesaplanan indekslerde ölçek önemlidir. Çünkü mekânsal heterojenlik ile ele alınan süreç arasındaki ilişkiyi en iyi karakterize eden göz önünde bulundurulmuş ölçektir (Ndubisi, 2002). Mekânsal veri tiplerinden kategorik (tematik) harita desenlerinin değerlendirilmesi için iki metrikte (ünite metrikleri -patch metrics- ve sınıf metrikleri -class metrics-) indeksler hesaplanmıştır. Arazi kullanım sınıflandırması esas alınmıştır (Tablo 3.13).

Tablo 3.13: Peyzaj desen analizi için sınıf tablosu.

ID	İsim	Etkin	Etkin değil
1	Su yüzeyleri (wter)	Doğru (t)	Yanlış (f)
2	Tanımsız (undf)	Yanlış (f)	Doğru (t)
4	Mera alanları (past)	Doğru (t)	Yanlış (f)
5	Tarım alanları (agrc)	Doğru (t)	Yanlış (f)
6	Yapraklı orman/ağaç (deci)	Doğru (t)	Yanlış (f)
7	İbrelili orman/ağaç (eveg)	Doğru (t)	Yanlış (f)
8	Geçirimsiz yüzeyler (impe)	Doğru (t)	Yanlış (f)

Peyzaj desen metrikleri ile peyzaj strüktürünün arazi kullanımlarına göre sayısallaştırılan ekosistem hizmetlerine olan etkilerinin peyzajın kompozisyonu (proporsiyon indeksleri) ve peyzajın konfigürasyonunu-bileşimini kümelenme indeksleri ile açıklanması amaçlanmıştır. Başka bir deyişle arazi kullanım yoğunluğu ve arazi kullanımlarındaki ünitelerin birbirlerine yakınlığı ve kümelenmelerinin sayısallaştırılan ekosistem hizmetlerini nasıl etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla peyzaj strüktüründe arazi kullanımları için sınıf düzeyinde alan metriklerinden peyzaj yüzdesi (PLAND) ve en büyük ünite indeksi (LPI) ile kümelenme metriklerinden kümelenme indeksi (AI) ve ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN) hesaplanmıştır. Değerlendirilen peyzaj desen metrikleri algoritmaları ile birlikte Tablo 3.14’te verilmiştir.

Tablo 3.14: Ekosistem hizmetleri için değerlendirilen metrikler.

Değerlendirilen sınıf metriği	Açıklama	Algoritması	Aralık
Peyzaj yüzdesi (PLAND)	Bir sınıfın toplam peyzaj alanındaki miktarı (birim: %)	$PLAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$	$0 < PLAND \leq 100$
Ünite yoğunluğu (PD)	Birim alandaki sınıflara ait ünite sayısı (birim: 100 ha’daki adet)	$PD = \frac{n_i}{A} (10,000)(100)$	$PD > 0$
En büyük ünite indeksi (LPI)	Bir sınıfa ait en büyük ünitenin peyzajdaki yüzdesi (birim: %)	$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} (100)$	$0 < LPI \leq 100$
Ortalama en yakın komşu mesafesi (ENN_MN)	Bir ünitenin kendi özelliklerine sahip diğer üniteye olan kenar mesafelerinin bir sınıf için ortalama değeri (birim: m)	$ENN = h_{ij}$	$ENN > 0$, limitsiz
Kümelenme indeksi (AI)	İlgili arazi kullanımındaki benzer çevre sayısının ilgili arazi kullanımındaki olası maksimum benzer çevre sayıya bölünmesi (birim: %)	$AI = \left[\frac{g_{ii}}{\max \rightarrow g_{ii}} \right] (100)$	$0 \leq AI \leq 100$

Ünite düzeyinde hesaplanan alan (AREA) ve en yakın komşunun mesafesi (ENN) sınıf düzeyindeki hesaplamaların görsel olarak gösterilmesi amacıyla hesaplanmış ve kullanılmıştır.

3.6. PEYZAJ DESEN ANALİZİNİN EKOSİSTEM HİZMETLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Peyzaj strüktürünün arazi kullanımlarına göre sayısallaştırılan ekosistem hizmetlerine olan etkilerinin peyzajın kompozisyonu (proporsiyon indeksleri) ve peyzajın konfigürasyonunu-bileşimini kümelenme indeksleri ile açıklamak amacıyla hesaplanan peyzaj desen metrikleri ile sayısallaştırılan ekosistem hizmetleri (su üretimi, toprak koruma ve karbon tutumu) arasında 27 alt havzada her arazi kullanımı için korelasyonların istatistiksel olarak anlamlı ya da anlamlı olmadığı bulunmuştur.

Korelasyonların mekânsal olarak gösterimleri ise yine ele alınan alt havzalardaki peyzaj desen metriklerinin haritalarda gösterilmesi ve karşılaştırılması ile ortaya konmuştur. Bir başka deyişle arazi kullanımlarına göre değerlendirilen ekosistem hizmetlerinin ele alınan peyzaj desen metrikleri ile arasındaki doğru (pozitif) ya da ters (negatif) korelasyon örnekleme ve karşılaştırma alanları olarak kullanılan alt havzalarda değerlendirilmiştir. Böylece alan, mesafe ve kümelenme gibi indeksler ile peyzaj strüktürünün ekosistem hizmetlerine olan etkileri belirlenmiştir.

Su üretim hizmeti için değerlendirilen su verimi, su kalitesi ve sel-taşkın riski ile peyzaj strüktürünün birlikte değerlendirilebilmesi amacıyla (Johnson ve diğ., 1997; Uemaa ve diğ., 2005; Xiao ve Ji, 2007; Lee ve diğ., 2009; Carey ve diğ., 2011; Łowicki, 2012; Zhou ve diğ., 2012; Xia ve diğ., 2012; Huang ve diğ., 2013; Bu ve diğ., 2014; Li ve Zhou, 2015), toprak koruma hizmeti ile peyzaj strüktürünün birlikte değerlendirilebilmesi amacıyla (Ouyang ve diğ., 2010; Memarian ve diğ., 2012; Shi ve diğ., 2013) ve karbon tutumu ile peyzaj strüktürünün birlikte değerlendirilebilmesi amacıyla (Ren ve diğ., 2013; Godwin ve diğ., 2015) literatür verilerinden de yararlanılarak peyzaj strüktürünün ekosistem hizmetleri üzerindeki etkilerinin peyzajın kompozisyonu (proporsiyon indeksleri) ve peyzajın konfigürasyonunu-bileşimini kümelenme indeksleri ile açıklamak amacıyla sınıf ölçeğinde peyzaj yüzdesi (PLAND), ünite yoğunluğu (PD), en büyük ünite indeksi (LPI), ortalama en yakın komşu mesafesi (ENN_MN) ve kümelenme indeksi (AI) ile değerlendirilmiştir. Seçilen metrikler arazi

kullanım planlamasının büyüklük (alan), mesafe ve izolasyon-kümelenme temel bileşenlerini yansıtmaktadır.

Su üretim hizmeti içerisinde incelenen su kalitesi hizmeti her bir arazi kullanımında askıdaki toplam katı madde ile toplam Azot ve toplam Fosfor parametreleri ile değerlendirilmiştir. Her arazi kullanımı için seçilen peyzaj desen metrikleri ile sayısallaştırılan su kalitesi hizmet değerleri arasındaki korelasyona hem istatistiksel hem mekânsal açıdan bakılmıştır. Aynı yöntem su üretim hizmeti içerisinde incelenen su verimi için su verimi değerleri (CN değerleri) ve sel-taşkın için 50 yıllık pik akım değerleri için uygulanmıştır.

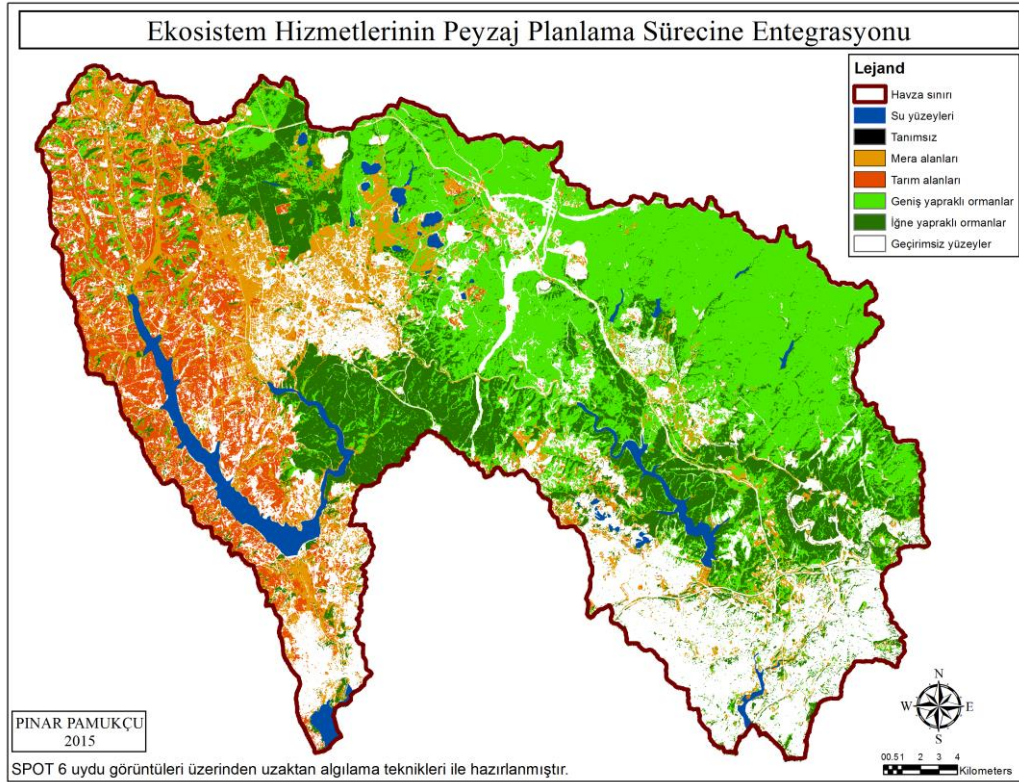
Toprak koruma hizmeti her bir arazi kullanımında yıllık hektardaki toprak kaybının bulunması ile değerlendirilmiştir. Her arazi kullanımı için seçilen peyzaj desen metrikleri ile sayısallaştırılan yıllık hektardaki toprak kaybı arasındaki korelasyona hem istatistiksel hem mekânsal açıdan bakılmıştır.

Karbon tutumu hizmetinin sayısallaştırılması her bir arazi kullanımında toprak altı biyokütle, toprak üstü biyokütle, ölü örtü, diri örtü ve topraktaki karbon hesaplanarak yapılmıştır. Her arazi kullanımı için seçilen peyzaj desen metrikleri ile sayısallaştırılan karbon tutum değerleri arasındaki korelasyona hem istatistiksel hem mekânsal açıdan bakılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. ÇALIŞMA ALANI ARAZİ KULLANIMI

Kontrollü sınıflandırma ile yapraklı ormanlar, ibrelî ormanlar, geçirimsiz yüzeyler (yerleşim ve endüstri alanları, yollar vb.), tarım alanları, mera alanları (kent içi yeşil alanlar - refüj, çim alanlar vb. - dâhil) ve su yüzeyleri olmak üzere toplam 6 sınıfta arazi kullanımı sınıflandırılmıştır. Bir sınıfta da gölge ve bulut gibi tanımsız (undefined) veriler mevcuttur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Arazi kullanımları.

Yapılan doğruluk analizleri sonucunda arazi sınıflandırması %91.6 oranla doğrulanmıştır. Genele bakıldığında arazi sınıflandırmasında doğruluğu olmayan alanlar tarım alanları ile yerleşim alanları arasındadır (Tablo 4.1). Örneğin hiç bir ekim yapılmamış ve/veya sürülmüş tarlaların yansıma değerleri geçirimsiz yüzeyler gibi görünebilmektedir. Bir diğer problem de geçirimsiz yüzeylerdeki gölgelerin tam olarak sınıflandırılmamasıdır. Bu negatif değerlere rağmen rasgele olarak alan üzerine atılan 1000 noktanın 961'i arazi sınıflandırması açısından doğrudur.

Tablo 4.1: Hata matrisi.

Sınıflandırılan arazi kullanımı	Su yüzeyleri	Mera alanları	Tarım alanları	Yapraklı ağaçlar/ormanlar	İbrelili ağaçlar/ormanlar	Geçirimsiz yüzeyler
Su yüzeyleri	25	0	0	0	0	1
Mera alanları	2	112	1	4	0	5
Tarım alanları	0	4	86	0	0	4
Yapraklı ağaçlar/ormanlar	0	6	0	296	2	5
İbrelili ağaçlar/ormanlar	2	4	0	0	186	7
Geçirimsiz yüzeyler	0	5	30	2	0	211
Toplam	29	131	117	302	188	233

Arazi sınıflandırması doğruluk analizine ait doğruluk değerleri Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Doğruluk analizine göre yapılan arazi sınıflandırmasında su yüzeyleri, mera alanları ve tarım alanları için kullanıcı doğruluğu üretici doğruluğuna göre daha fazla iken; yapraklı ağaçlar/ormanlar, ibrelili ağaçlar/ormanlar ve geçirimsiz yüzeyler için üretici doğruluğu kullanıcı doğruluğuna göre daha fazladır.

Tablo 4.2: Doğruluk değerleri.

Sınıflandırılan arazi kullanımı	Referans değerler	Sınıflandırılan değerler	Doğru sayısı	Üretici doğruluğu (%)	Kullanıcı doğruluğu (%)
Su yüzeyleri	29	26	25	86.21	96.15
Mera alanları	131	124	112	85.50	90.32
Tarım alanları	117	94	86	73.50	91.49
Yapraklı ağaçlar/ormanlar	302	309	296	98.01	95.79
İbrelili ağaçlar/ormanlar	188	199	186	98.94	93.47
Geçirimsiz yüzeyler	233	248	211	90.56	85.08
Toplam	1000	1000	916	-	-

Kappa istatistiğine göre arazi sınıflandırmasının doğruluk değeri ise %89.28’dir. Bu değer doğruluğu su yüzeyleri için %96.04, mera alanları için %88.86, tarım alanları için %90.36, yapraklı ağaçlar/ormanlar için %93.97, ibrelili ağaçlar/ormanlar için %91.95 ve geçirimsiz yüzeyler için ise %80.55’tir.

Arazi sınıflandırmasına göre araştırma alanında yaklaşık 177.01 km² olan geniş yapraklı ağaçlar/ormanlar alansal olarak en fazla yeri kaplamaktadır (Tablo 4.3). Mevcut geniş yapraklı ağaçlar/orman alanları, araştırma alanında 0-240 m yükseklikler arasında ortalama olarak ise 106 m yükseklikte yer almaktadır. Geniş yapraklı ağaçlar/ormanların %84.85’i (150.19 km²) kireçsiz kahverengi orman toprakları üzerinde bulunmaktadır. Bu alanın 63.85 km² si IV. sınıf, 59.19 km² si ise III. Sınıf arazi kullanım kabiliyet sınıfındadır.

Tablo 4.3: Arazi kullanımı alansal ve oransal dağılımı.

Arazi kullanımı	Alan (km ²)	Alansal oran (%)
Su yüzeyleri	18.64	3.21
Mera alanları	70.49	12.12
Tarım alanları	55.10	9.47
Geniş yapraklı ağaçlar/ormanlar	177.01	30.44
İbrelili yapraklı ağaçlar/ormanlar	103.26	17.76
Geçirimsiz yüzeyler	156.49	26.91
Tanımsız alanlar (gölge, bulut vb.)	0.58	0.09
Toplam	581.57	100

Alanda en fazla yeri ikinci olarak geçirimsiz yüzeyler (156.49 km²) kaplamaktadır. Konut bölgeleri, sanayi alanları, kamusal binalar (hastane, okul vs.), özel binalar (iş yerleri vs.) ve yollar geçirimsiz yüzeyler kullanımında incelenmiştir. Kentin ve kentleşmenin olduğu yarı kentsel alanlarda geçirimsiz yüzeyler çoğu zaman diğer arazi kullanımlarına göre daha fazladır. En fazla 239 m yükseklikte yer alan geçirimsiz yüzeyler ortalama olarak 86 m yüksekliktedir.

İğne yapraklı ağaçlar/ormanlar ise alanın %17.76'sını (103.26 km²) kaplamaktadır. 0-241 m arasında ortalama olarak ise 101 m yükseklikte bulunmaktadır. İğne yapraklı ağaçlar/ormanların %79.93'ü (82.53 km²) kireçsiz kahverengi orman toprakları üzerinde bulunmaktadır. Kireçsiz kahverengi orman toprakları üzerinde bulunan ibrelili ağaçlar/ormanların 46.71 km² si IV. sınıf, 26.71 km² si ise III. Sınıf arazi kullanım kabiliyet sınıfındadır.

Alandaki tarım alanları 55.10 km² dir. Alanda 0-226 m arasında ortalama olarak ise 93 m de bulunmaktadır. Tarım alanlarının %87.82'si (48.39 km²) rendzina topraklar üzerinde, bu toprakların da %94.09'u (45.53 km²) IV. sınıf arazi kullanım kabiliyet sınıfında yer almaktadır.

Mera alanları ise alanın %12.12'sini (70.49 km²) kaplamaktadır. Alanda 0-231 m yükseklikler arasında ortalama olarak ise 83 m de bulunmaktadır. %46.22'si (32.58 km²) rendzina topraklar ve bu toprakların da %92.42'si (30.11 km²) IV. sınıf arazi kullanım kabiliyet sınıfındadır.

Çalışma alanında seçilen 27 alt havza için arazi kullanımlarının alanları ve alt havza toplam alanlarına göre arazi kullanım yoğunlukları hesaplanmıştır (Tablo 4.4).

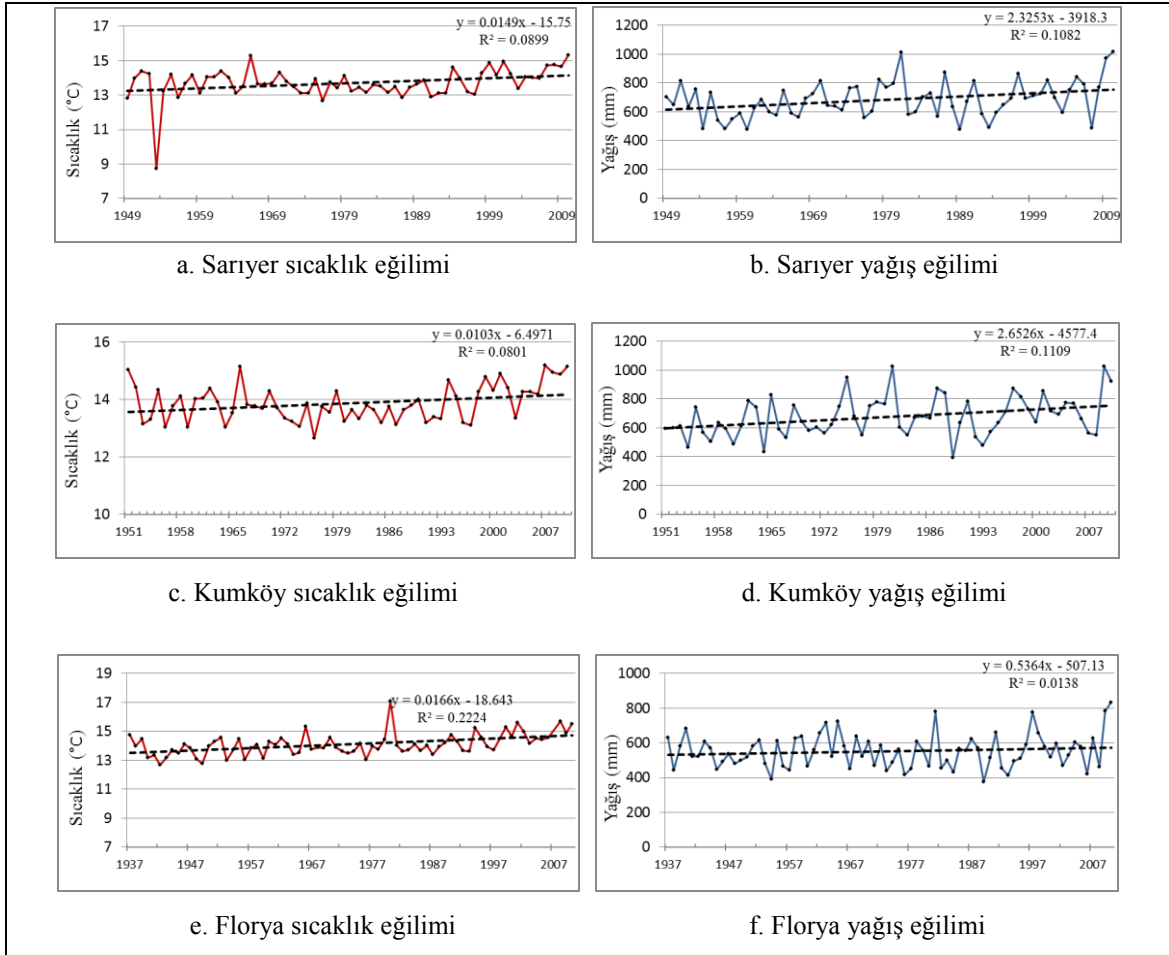
Tablo 4.4: Alt havzalara ait arazi kullanımlarının alanları ve yoğunlukları.

Alt havza	Geçirimsiz yüzey alanı (km ²)	Yapraklı ağaç/orman alanları (km ²)	İbrelili ağaç/orman alanları (km ²)	Tarım alanı (km ²)	Mera alanı (km ²)	Tanımsız alanlar (km ²)	Su yüzeyleri (km ²)	Geçirimsiz yüzey yoğunluğu (%)	Yapraklı ağaç/orman alan yoğunluğu (%)	İbrelili ağaç/orman alan yoğunluğu (%)	Tarım yoğunluğu (%)	Mera yoğunluğu (%)	Tanımsız alan yoğunluğu (%)	Su yüzeyleri yoğunluğu (%)
Sazlıdere-1	3.41	1.50	0.44	6.69	2.21	0.01	0.00	23.92	10.50	3.08	46.93	15.50	0.04	0.00
Sazlıdere-2	2.77	2.07	1.14	4.33	5.08	0.01	0.00	17.99	13.41	7.41	28.12	32.99	0.06	0.00
Sazlıdere-3	2.49	2.39	2.31	6.98	5.69	0.01	0.00	12.53	12.00	11.64	35.13	28.64	0.05	0.00
Sazlıdere-4	6.02	1.78	3.90	4.78	10.55	0.00	0.25	22.07	6.53	14.31	17.52	38.67	0.00	0.07
Alibeyköy-5	4.65	8.59	11.74	0.37	5.50	0.01	0.34	14.90	27.53	37.64	1.19	17.63	0.03	0.11
Sazlıdere-6	4.59	0.08	0.95	0.16	2.97	0.00	0.00	52.46	0.90	10.82	1.83	33.94	0.00	0.00
Alibeyköy-7	1.81	7.51	1.04	0.10	3.68	0.00	0.96	11.99	49.74	6.88	0.66	24.37	0.01	0.14
Alibeyköy-8	1.52	3.61	0.83	0.19	2.24	0.00	0.78	16.58	39.34	9.11	2.07	24.43	0.00	8.51
Sazlıdere-9	0.29	1.17	6.43	0.00	0.17	0.00	0.01	3.59	14.57	80.39	0.01	2.11	0.00	0.12
Kâğıthane-10	8.20	25.82	1.79	0.44	1.79	0.01	0.00	21.55	67.86	4.71	1.16	4.70	0.03	0.00
Alibeyköy-11	3.01	9.73	0.52	0.29	0.37	0.00	0.07	21.52	69.63	3.70	2.07	2.64	0.00	0.50
Alibeyköy-12	0.63	1.12	2.32	0.08	0.11	0.00	0.00	14.79	26.31	54.40	1.88	2.58	0.00	0.00
Alibeyköy-13	0.29	3.04	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	8.51	89.25	2.12	0.12	0.09	0.00	0.00
Alibeyköy-14	0.86	1.79	0.61	0.10	0.02	0.00	0.00	25.44	52.93	18.01	2.96	0.59	0.00	0.00
Alibeyköy-15	0.91	1.37	0.89	0.13	0.57	0.00	0.00	23.51	35.50	22.93	3.36	14.73	0.00	0.00
Kâğıthane-16	0.44	6.86	0.36	0.01	0.06	0.00	0.15	5.58	87.12	4.52	0.10	0.76	0.01	1.90
Kâğıthane-17	0.48	20.73	0.80	0.01	0.14	0.00	0.06	2.16	93.27	3.58	0.04	0.63	0.01	0.27
Kâğıthane-18	0.72	23.81	1.25	0.01	0.21	0.00	0.18	2.75	90.94	4.79	0.04	0.80	0.00	0.69
Alibeyköy-19	1.96	1.67	0.53	0.32	0.45	0.00	0.00	39.76	33.96	10.68	6.49	9.13	0.00	0.00
Alibeyköy-20	3.10	1.22	2.07	0.32	1.10	0.00	0.29	38.27	15.10	25.56	3.95	13.58	0.00	3.58
Kâğıthane-21	19.02	0.24	0.80	0.12	1.04	0.00	0.00	89.63	1.15	3.76	0.57	4.90	0.00	0.00
Kâğıthane-22	0.97	1.46	1.44	0.06	0.41	0.00	0.00	22.35	33.55	33.18	1.38	9.45	0.00	0.00
Kâğıthane-23	0.67	0.96	1.24	0.03	0.42	0.00	0.00	20.18	28.75	37.33	0.90	12.65	0.00	0.00
Kâğıthane-24	3.70	0.12	0.48	0.00	0.07	0.00	0.00	84.65	2.85	10.88	0.00	1.60	0.02	0.00
Kâğıthane-25	1.29	2.49	2.58	0.03	0.09	0.00	0.00	19.91	38.34	39.85	0.46	1.39	0.00	0.00
Kâğıthane-26	2.37	10.36	3.82	0.01	0.27	0.01	0.00	14.08	61.49	22.71	0.04	1.60	0.05	0.00
Kâğıthane-27	0.85	1.82	0.91	0.02	0.10	0.00	0.17	21.96	47.03	23.50	0.52	2.58	0.00	4.39

Geçirimsiz yüzey yoğunluğunun diğer arazi kullanımlarına göre daha fazla olduğu alt havzalar *S6*, *A19*, *A20*, *K21* ve *K24*; orman yoğunluğunun diğer arazi kullanımlarına göre daha fazla olduğu alt havzalar *A5*, *A7*, *A8*, *S9*, *K10*, *A11*, *A12*, *A13*, *A14*, *A15*, *K16*, *K17*, *K18*, *K22*, *K23*, *K25*, *K26* ve *K27*; tarım yoğunluğunun diğer arazi kullanımlarına göre daha fazla olduğu alt havzalar *S1* ve *S3*; mera yoğunluğunun diğer arazi kullanımlarına göre daha fazla olduğu alt havzalar ise *S2* ve *S4* alt havzalarıdır.

4.2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SICAKLIK, YAĞIŞ VE AKIŞA ETKİSİ

Uzun dönem ortalama sıcaklık verileri üzerinde uygulanan Mann-Kendall testi sonuçları Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



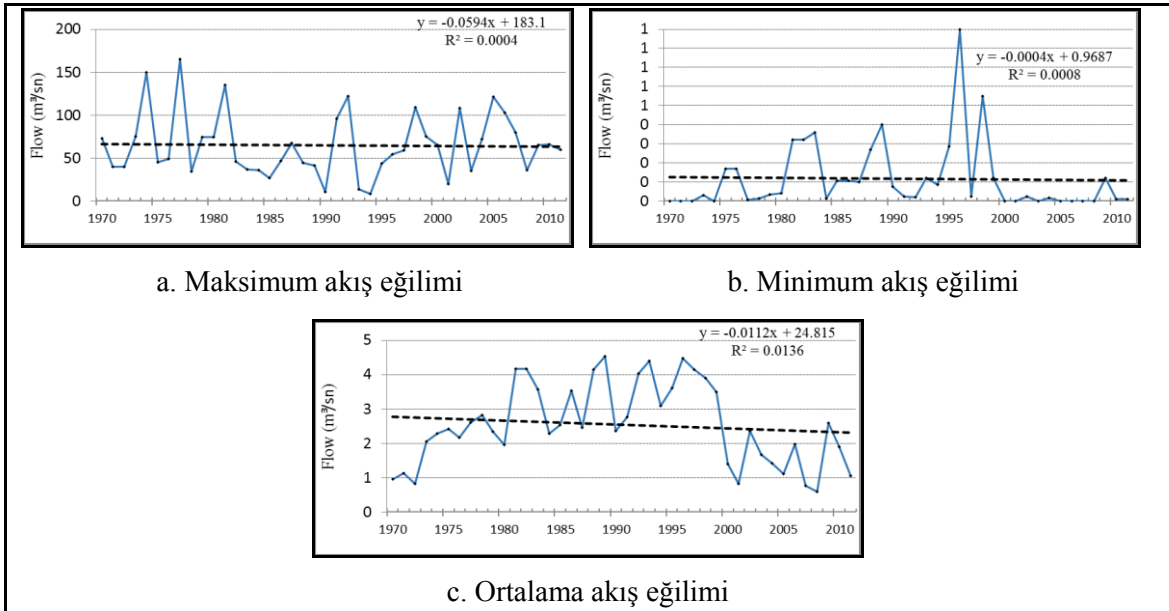
Şekil 4.2: İstasyonların sıcaklık ve yağış eğilimleri.

Sarıyer meteoroloji istasyonuna ait 1949-2010 yılları arasındaki ortalama sıcaklık 13.7°C ve Kumköy meteoroloji istasyonuna ait 1951-2010 yılları arasındaki ortalama sıcaklık 13.9°C dir. Mann-Kendall korelasyon istatistiğine göre bu iki istasyon için de zaman serisinde %95 güven aralığında artış veya azalış eğilimi yoktur. Ancak Florya

meteoroloji istasyonuna ait 1937-2008 yılları arasındaki sıcaklık verilerine bakıldığında Mann-Kendall korelasyon istatistiğine göre (Eğilim: 3.86) zaman serisinde %95 güven aralığında “artış” eğilimi vardır. Bu istasyona ait ortalama sıcaklık ise 14.1°C dir.

Uzun dönem toplam yağış verileri üzerinde uygulanan Mann-Kendall testi sonuçlarına göre (Şekil 4.2); Sarıyer meteoroloji istasyonuna ait 1949-2010 yılları arasındaki toplam yağış ortalaması 684.6 mm ve Kumköy meteoroloji istasyonuna ait 1951-2010 yılları arasındaki toplam yağış ortalaması 676 mm dir. Mann-Kendall korelasyon istatistiğine göre bu iki istasyon için de zaman serisinde %95 güven aralığında “artış” eğilimi vardır. Eğilim sırasıyla 2.62 ve 2.63’tür. Ancak Florya meteoroloji istasyonuna ait 1937-2010 yılları arasındaki yağış verilerine bakıldığında Mann-Kendall korelasyon istatistiğine göre zaman serisinde %95 güven aralığında artış ya da azalış eğilimi göstermemektedir. Bu istasyona ait toplam yağış ortalaması ise 551.5 mm dir.

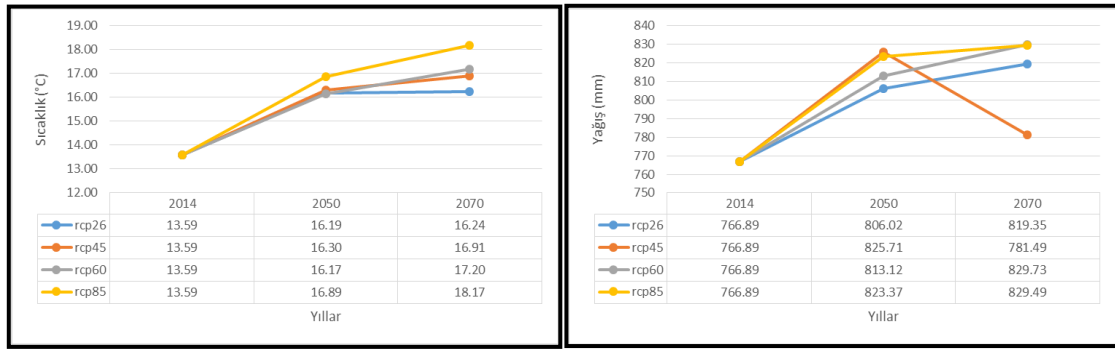
Malava Deresi üzerindeki Pirinçköy İstasyonu maksimum akış, minimum akış ve ortalama akış uzun yıllar (1970-2011) verilerine göre yapılan Mann-Kendall testine göre her üç akış verisinde de herhangi bir istatistiki anlamda eğilim söz konusu değildir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3: Malava Deresi akış eğilimleri.

Bu yıllar arasındaki maksimum akış ortalaması $64.8 \text{ m}^3/\text{sn}$ ve eğilim 0.23 , minimum akış ortalaması $0.1 \text{ m}^3/\text{sn}$ ve eğilim -1.38 ve ortalama akış $2.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ ve eğilim -0.57 'dir.

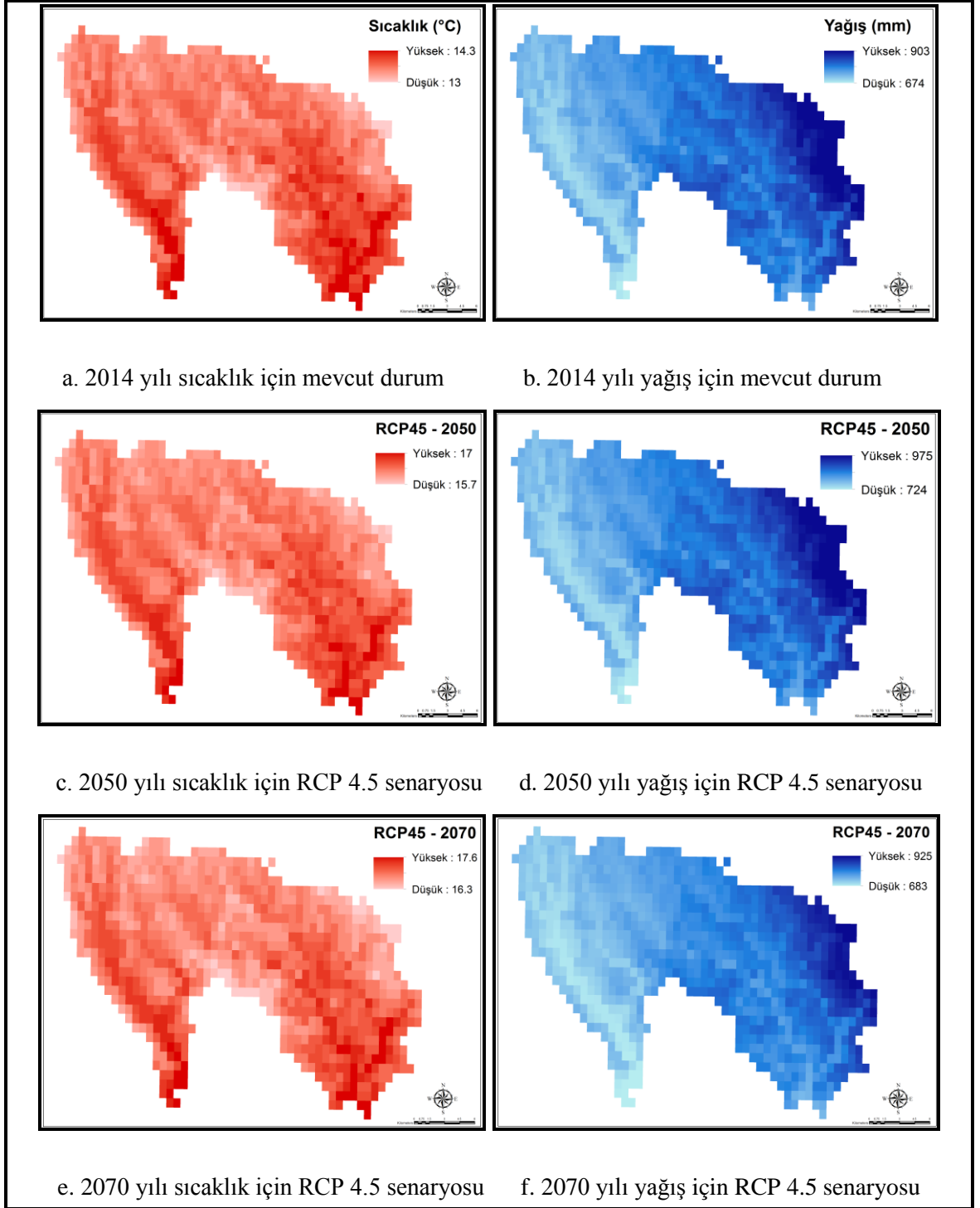
İklim değişikliğinin değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer yöntem ise HadGEM2-ES modeli ölçek küçültme ile çalışma alanına aplikasyonudur. Mevcut durum ve 2050 ile 2070 yılları için sıcaklık ve yağış projeksiyonları tüm senaryolar (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 ve RCP 8.5) için HadGEM2-ES modeli ölçek küçültülerek elde edilmiştir. Çalışma alanı için ortalama değerler hesaplandığında sıcaklık ve yağış verilerindeki zamansal değişim Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4: Senaryolara göre sıcaklık ve yağış projeksiyonları.

Senaryolar içinde en karamsar senaryo RCP 8.5 senaryosudur. Projeksiyonlarda RCP 4.5 senaryosu kullanılmıştır. Bu senaryonun kullanılmasının amacı en iyi senaryonun bir üstünde ve daha gerçeğe yakın olmasıdır. Şekil 4.5'te sıcaklık ve yağış projeksiyonlarının 2014 yılı için mevcut durumu ve RCP 4.5 senaryosuna bağlı olarak 2050 ve 2070 için projeksiyonlarının çalışma alanı için dağılımı verilmiştir.

Kullanılan iki iklim modelini beraber değerlendirirsek, Mann-Kendall testine göre Florya istasyonunun verilerine göre uzun yıllar ortalama sıcaklık 14.1°C dir ve istatistiki bir anlamda artış söz konusudur. 1937'de ortalama sıcaklık bu istasyon için 14.74°C iken, 2008 yılında %6.45 artışla 15.69°C olmuştur. Sıcaklık projeksiyonlarına bakıldığında minimum ve maksimum değerlerin mevcut duruma göre 2050 yılında yaklaşık %21 oranla yükseldiğini ve 2050 yılına göre 2070 yılında ise %6 oranla yükseldiği görülmektedir. Her iki modelde de mevcut durum ve projeksiyonlar birbiri için paralel olarak artış göstermektedir.



Şekil 4.5: Sıcaklık ve yağış projeksiyonları.

Sarıyer istasyonuna ait uzun yıllar toplam yağış ortalaması 684.6 mm ve Kumköy istasyonuna ait toplam yağış ortalaması 676 mm dir. HadGEM2-ES modeli oldukça yüksek yağış ortalamasından hareket etmektedir. Yağış projeksiyonunda ise yağışın minimum değerinin mevcut yağışa göre 2050 yılında yaklaşık %7 oranla, maksimum değer ise %8 oranla yükseldiği görülmektedir. 2070 yılında ise minimum değer

2050 yılına göre yaklaşık %6 oranla, maksimum değerin ise %5 oranla düştüğü görülmektedir. HadGEM2-ES modelindeki projeksiyon sonucu gibi Mann-Kendall korelasyon istatistiğine göre de bu iki istasyon için “artış” söz konudur. 1949’da toplam yağış ortalaması bu istasyon için 844.6 mm iken, 2010 yılında %20.26 artışla 1015.7 mm dir.

4.3. ÇALIŞMA ALANINDAKİ EKOSİSTEM HİZMETLERİ

Arazi kullanımlarına göre hesaplanan su üretimi, toprak koruma ve karbon tutumu ekosistem değerlerine ait bulgular aşağıda başlıklar halinde açıklanmıştır.

4.3.1. Su Üretimi Hizmeti

Topografik haritalardan yararlanılarak CBS ortamında her bir alt havzaya ait fizyografik karakteristikler -alan (km²), çevre (km), minimum-ortalama-maksimum yükseklik (m) ve ortalama eğim (%)- belirlenmiştir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5: Alt havzaların fiziksel özellikleri.

Alt havza	Alan (km ²)	Çevre (km)	Maksimum yükseklik (m)	Ortalama yükseklik (m)	Minimum yükseklik (m)	Ortalama eğim (%)
Sazlıdere-1	14.29	26.87	196	114.20	24	14.97
Sazlıdere-2	15.75	28.91	171	94.43	27	16.57
Sazlıdere-3	20.23	28.82	160	89.92	28	14.50
Sazlıdere-4	27.34	42.07	170	103.37	40	10.58
Alibeyköy-5	31.77	35.13	170	109.77	64	10.21
Sazlıdere-6	8.74	17.29	166	103.25	39	13.11
Alibeyköy-7	15.27	26.73	161	108.96	66	10.68
Alibeyköy-8	9.17	20.13	181	111.80	64	12.41
Sazlıdere-9	9.47	19.77	231	137.06	29	29.07
Kâğıthane-10	39.08	46.70	176	100.57	39	13.27
Alibeyköy-11	13.98	23.52	181	124.08	44	19.58
Alibeyköy-12	4.27	15.23	231	157.22	45	27.73
Alibeyköy-13	3.40	12.46	170	103.08	34	17.89
Alibeyköy-14	3.38	11.54	151	99.55	29	15.26
Alibeyköy-15	3.88	13.11	215	156.37	35	27.21
Kâğıthane-16	8.11	19.20	150	94.23	39	15.08
Kâğıthane-17	22.84	33.16	186	106.92	29	16.61
Kâğıthane-18	26.53	37.16	211	111.53	28	16.28
Alibeyköy-19	4.93	14.55	211	144.25	36	24.60
Alibeyköy-20	8.10	18.01	211	120.12	21	19.92
Kâğıthane-21	21.23	34.08	170	99.20	4	12.40
Kâğıthane-22	4.34	12.76	111	66.57	4	14.32
Kâğıthane-23	3.32	12.75	110	68.59	24	13.74
Kâğıthane-24	4.50	14.25	141	90.02	9	12.77
Kâğıthane-25	6.48	17.02	185	120.19	24	18.81
Kâğıthane-26	17.74	41.65	221	122.38	24	16.75
Kâğıthane-27	3.86	14.12	140	84.19	34	14.21

27 alt havza için hesaplanan fiziksel özelliklere göre *K10* alt havzası en fazla alanı (39.08 km^2); *A14* alt havzası da en az alanı (3.38 km^2) kaplamaktadır. *K10* alt havzasına ait alan sınırına ait çevre (46.70 km) diğer havzalara göre daha fazla; *A14* alt havzasına ait çevre de (11.54 km) en azdır. Ortalama yüksekliğin en fazla olduğu alt havza *A12* (157.22 m) iken; en az olduğu alt havza *K22* (66.57 m) alt havzasıdır. *S9* alt havzasının ortalama eğimi ($\%29.07$) diğer alt havzalara göre daha fazladır. Buna karşılık ortalama eğim *A5* alt havzasında diğerlerine göre en azdır.

Belirlenen hidrolojik karakterler (Tablo 4.6) ise dere sayıları (1., 2., 3., 4. ve üstü dereceden dereler), dere uzunlukları (km), drenaj yoğunlukları (km/km^2), dere sıklıkları, çatallanma oranları, ana dere uzunlukları (km), ana dere eğimi (%), yüzeysel akış mesafeleri (m) ve konsantrasyon zamanları (s) dır.

Dere sayısının en fazla olduğu *K10* alt havzasında derelerin toplam uzunluğu (92.57 km) ile ana dere uzunluğu (15.32 km) diğer alt havzaların dere uzunluklarına göre en yüksektir. Dere sıklığının diğer alt havzalara göre en fazla olduğu *A19* alt havzasında drenaj yoğunluğu da en fazladır. Ortalama havza eğiminin en yüksek olduğu *S9* alt havzasında ana dere eğimi de ($\%5.11$) diğer alt havzalara göre daha yüksektir. Daha sonra sel-taşkın riskinin değerlendirmesinde kullanılacak olan yüzeysel akış mesafesi *K22* alt havzasında, konsantrasyon zamanı ise *A5* alt havzasında en fazladır.

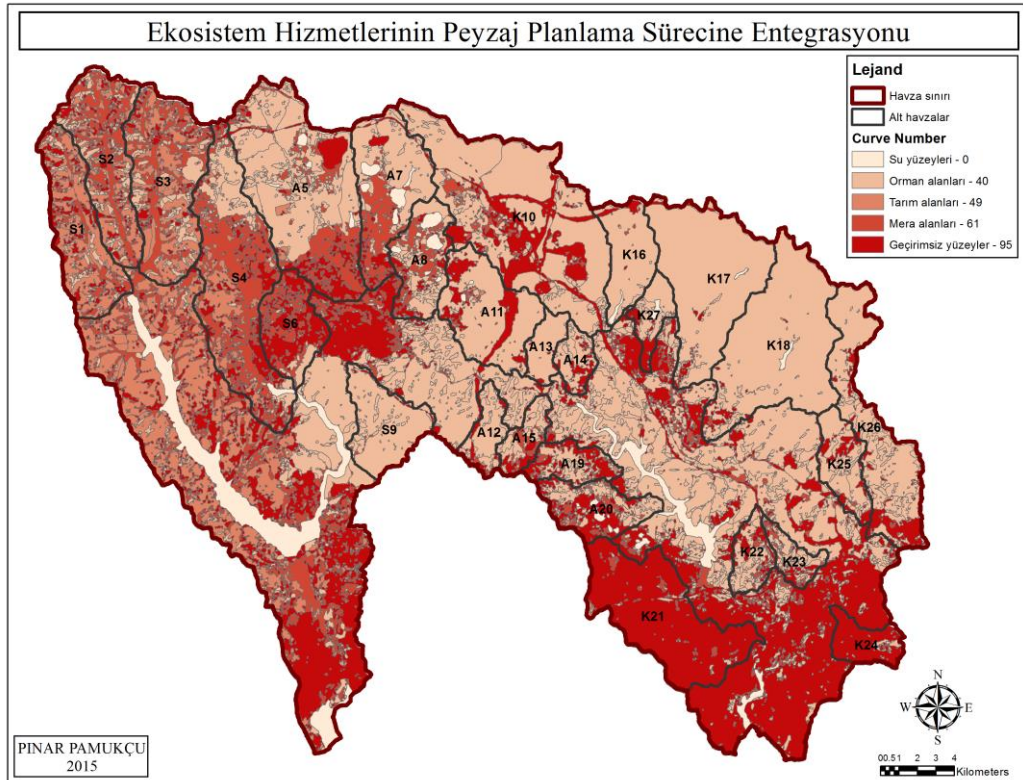
Tablo 4.6: Alt havzalara ait hidrolojik karakteristikler.

Alt havza	1. dereceden dere sayısı	2. dereceden dere sayısı	3. dereceden dere sayısı	4. dereceden dere sayısı	Dere sayısı	Dere uzunluğu (km)	Drenaj yoğunluğu (km/km ²)	Dere sıklığı	Çatallanma oranları	Ana dere uzunluğu (km)	Ana dere eğimi (%)	Yüzeysel akış mesafesi (m)	Konsantrasyon zamanı (Tc) (s)
Sazlıdere-1	41	10	2	1	54	29.57	2.07	3.78	0.06	8.71	1.84	293.94	0.077
Sazlıdere-2	51	11	2	1	65	35.03	2.22	4.13	0.05	8.77	0.97	105.05	0.074
Sazlıdere-3	51	14	3	1	69	42.73	2.11	3.41	0.05	7.85	0.96	251.21	0.078
Sazlıdere-4	79	16	2	1	98	56.64	2.07	3.58	0.03	13.06	0.73	129.46	0.088
Alibeyköy-5	53	16	3	1	73	56.90	1.79	2.30	0.04	11.70	0.64	23.97	0.309
Sazlıdere-6	31	7	2	1	41	18.52	2.12	4.69	0.07	5.71	1.66	225.45	0.081
Alibeyköy-7	34	8	2	1	44	30.04	1.97	2.88	0.07	7.96	0.69	230.42	0.088
Alibeyköy-8	12	4	2	1	19	13.78	1.50	2.07	0.15	3.95	1.39	323.44	Bent havzası
Sazlıdere-9	52	14	4	1	71	31.01	3.27	7.49	0.05	4.42	5.11	68.26	0.162
Kâğıthane-10	119	29	6	1	155	92.57	2.37	3.97	0.02	15.32	0.54	168.32	0.279
Alibeyköy-11	76	19	5	2	102	46.59	3.33	7.29	0.03	7.35	1.36	180.91	0.069
Alibeyköy-12	25	7	3	1	36	16.24	3.80	8.44	0.09	4.02	4.35	123.68	0.007
Alibeyköy-13	19	4	1	0	24	11.05	3.25	7.05	0.09	4.09	3.18	72.57	0.247
Alibeyköy-14	14	2	1	0	17	8.48	2.51	5.03	0.12	3.21	3.03	139.07	0.263
Alibeyköy-15	20	6	2	1	29	12.40	3.20	7.48	0.10	3.82	4.59	170.23	0.007
Kâğıthane-16	27	5	2	1	35	19.61	2.42	4.32	0.08	4.48	1.45	172.22	Bent havzası
Kâğıthane-17	63	13	4	1	81	47.38	2.07	3.55	0.04	8.99	1.06	258.02	0.255
Kâğıthane-18	76	18	5	1	100	57.20	2.16	3.77	0.03	11.30	1.11	198.60	0.257
Alibeyköy-19	38	9	1	0	48	19.60	3.97	9.73	0.05	4.18	3.95	208.60	0.007
Alibeyköy-20	31	9	2	1	43	19.61	2.42	5.31	0.07	5.94	2.61	250.07	0.008
Kâğıthane-21	62	14	3	1	80	45.14	2.13	3.77	0.04	10.68	1.26	634.66	0.009
Kâğıthane-22	25	6	1	0	32	11.31	2.61	7.38	0.07	2.82	2.30	995.89	0.270
Kâğıthane-23	15	4	1	0	2	9.78	2.94	0.60	1.12	3.26	1.84	346.60	0.009
Kâğıthane-24	11	5	1	0	17	9.92	2.20	3.78	0.13	3.61	3.19	164.43	0.009
Kâğıthane-25	35	8	2	1	46	21.26	3.28	7.10	0.07	6.57	2.06	94.54	0.242
Kâğıthane-26	61	12	1	0	74	44.06	2.48	4.17	0.03	11.80	1.31	144.18	0.254
Kâğıthane-27	12	4	1	0	17	9.33	2.41	4.40	0.13	4.26	1.52	369.80	0.271

Çalışma alanının 27 alt havzasının baz alınarak ve bu havzaların fizyografik ve hidrolojik karakteristiklerin belirlenmesi ile değerlendirilen su üretim hizmeti; akış katsayılarına bağlı olarak CN değerlerinin belirlenerek arazi kullanımlarına göre su veriminin değerlendirilmesi, arazi ve literatür verilerine bağlı olarak değerlendirilen fiziksel ve kimyasal analiz ve değerlendirmeler ile su kalitesinin değerlendirilmesi ve 2 ve 50 yıllık pik akımlar hesaplanarak alt havzalara ait sel-taşkın riskinin hesaplanması sonucunda değerlendirilmiştir. Su verimi başlığı altında değerlendirilen su tutmaya ilişkin hesaplar arazi kullanımlarındaki su verimi/su miktarı hakkında fikir verdiği gibi sel-taşkın risk hesaplamalarını da doğrulamaktadır.

4.3.1.1. Su verimi

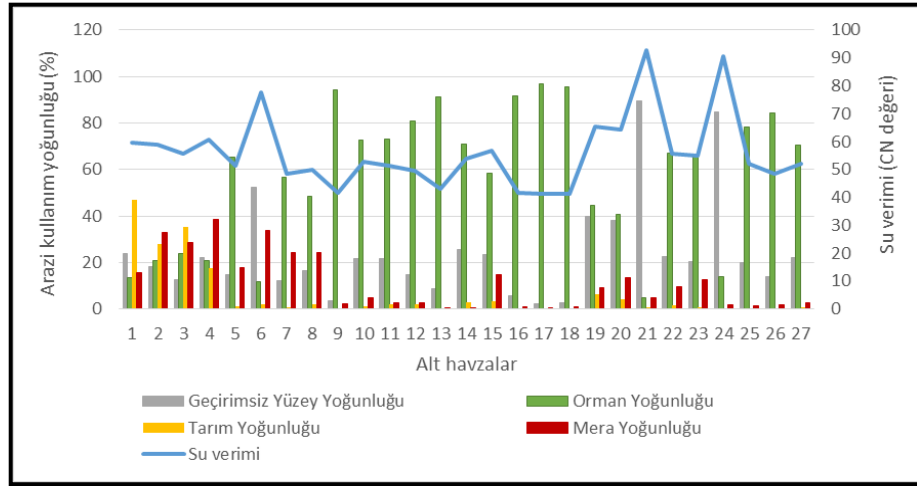
Su verimi akış katsayılarına göre her arazi kullanımı için belirlenen CN değerlerine göre CBS ortamında sayısallaştırılmış ve dağılımları Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.6: Arazi kullanımlarına göre su verimi.

Kullanılan CN değerlerine göre yağışın akışa geçtiği miktar orman alanlarında en azdır. Dolayısıyla orman yoğunluğunun diğer arazi kullanımlarına göre daha fazla olduğu A5, A7, A8, S9, K10, A11, A12, A13, A14, A15, K16, K17, K18, K22, K23, K25, K26 ve K27 su veriminin en düşük olduğu alt havzalardır. Su verimi açısından orman alanlarını

sırasıyla tarım alanları, mera alanları ve geçirimsiz yüzeyler izlemektedir. Dolayısıyla tarım yoğunluğunun diğer arazi kullanımlarına göre daha fazla olduğu alt havzalar S1 ve S3 (Tablo 4.4); mera yoğunluğunun diğer arazi kullanımlarına göre daha fazla olduğu alt havzalara (S2 ve S4) göre daha az su verimi sağlamaktadır. Su veriminin en fazla olduğu alt havzalar geçirimsiz yüzey yoğunluğunun diğer arazi kullanımlarına göre daha fazla olduğu S6, A19, A20, K21 ve K24 alt havzalarıdır. Şekil 4.7’de arazi kullanım yoğunluklarına göre alt havzaların su verimleri verilmiştir.



Şekil 4.7: Alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre su verimi.

Alt havzalar için su veriminin olduğu en düşük olduğu alt havza K17 (CN değeri: 41.11) ve en yüksek olduğu alt havza ise K21 (CN değeri: 92.69) dir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7: Alt havzaların su verimleri.

Alt havza	Su verimi (Ortalama CN değeri)	Alt havza	Su verimi (Ortalama CN değeri)	Alt havza	Su verimi (Ortalama CN değeri)
S1	59.68	K10	52.75	A19	65.35
S2	59.09	A11	51.31	A20	64.20
S3	55.85	A12	49.55	K21	92.69
S4	60.63	A13	42.97	K22	55.59
A5	51.40	A14	53.99	K23	55.00
S6	77.51	A15	56.59	K24	90.54
A7	48.60	K16	41.80	K25	52.03
A8	49.91	K17	41.11	K26	48.35
S9	41.51	K18	41.20	K27	52.03

Yağışın akışa geçtiği su miktarının arazi kullanımlarına göre alt havzalarda belirlenebilmesi amacıyla arazi kullanımlarına ait CN değerleri, toprağın maksimum su tutma kapasitesi (S) ile toprağın yağış öncesi doygunluğu (I_a) verileri Tablo 4.8’de gösterilmiştir. Yağış değerleri, Thiessen metoduna göre meteorolojik istasyonlarının

etki ettiği alt havzalara göre değişkenlik göstermekte, uygulanan denkleme göre ise akış (Q), maksimum yağış değeri (P) toprağın yağış öncesi doygunluğundan büyükse $Q=(P-I_a)^2/(P-I_a+S)$, küçük veya eşitse $Q=0$ dır. Yağışın akışa geçtikten sonra ne kadarının tutulduğu (F) denkleme göre belirlenen akışın yağıştan çıkarılması ile belirlenmiştir.

Tablo 4.8: Tutulan su miktarı (yağış - akış).

Arazi kullanımı	CN	S (inch)	Ia (inch)	Meteoroloji istasyonu	P (mm/sa)	P (inch/hour)	Q (inch)	Q (mm)	F (mm)
Geçirimsiz yüzeyler	95	0.53	0.11	Sarıyer	35.80	1.41	0.93	23.60	12.20
İbrelî ormanlar	40	15.00	3.00	Sarıyer	35.80	1.41	0.00	0.00	35.80
Yapraklı ormanlar	40	15.00	3.00	Sarıyer	35.80	1.41	0.00	0.00	35.80
Tarım alanları	49	10.41	2.08	Sarıyer	35.80	1.41	0.00	0.00	35.80
Mera alanları	61	6.39	1.28	Sarıyer	35.80	1.41	0.00	0.07	35.73
Arazi kullanımı	CN	S (inch)	Ia (inch)	Meteoroloji istasyonu	P (mm/sa)	P (inch/hour)	Q (inch)	Q (mm)	F (mm)
Geçirimsiz yüzeyler	95	0.53	0.11	Kumköy	39.40	1.55	1.06	26.93	12.47
İbrelî ormanlar	40	15.00	3.00	Kumköy	39.40	1.55	0.00	0.00	39.40
Yapraklı ormanlar	40	15.00	3.00	Kumköy	39.40	1.55	0.00	0.00	39.40
Tarım alanları	49	10.41	2.08	Kumköy	39.40	1.55	0.00	0.00	39.40
Mera alanları	61	6.39	1.28	Kumköy	39.40	1.55	0.01	0.28	39.12
Arazi kullanımı	CN	S (inch)	Ia (inch)	Meteoroloji istasyonu	P (mm/sa)	P (inch/hour)	Q (inch)	Q (mm)	F (mm)
Geçirimsiz yüzeyler	95	0.53	0.11	Terkos	44.00	1.73	1.23	31.23	12.77
İbrelî ormanlar	40	15.00	3.00	Terkos	44.00	1.73	0.00	0.00	44.00
Yapraklı ormanlar	40	15.00	3.00	Terkos	44.00	1.73	0.00	0.00	44.00
Tarım alanları	49	10.41	2.08	Terkos	44.00	1.73	0.00	0.00	44.00
Mera alanları	61	6.39	1.28	Terkos	44.00	1.73	0.03	0.76	43.24
Arazi kullanımı	CN	S (inch)	Ia (inch)	Meteoroloji istasyonu	P (mm/sa)	P (inch/hour)	Q (inch)	Q (mm)	F (mm)
Geçirimsiz yüzeyler	95	0.53	0.11	Florya	30.00	1.18	0.72	18.35	11.65
İbrelî ormanlar	40	15.00	3.00	Florya	30.00	1.18	0.00	0.00	30.00
Yapraklı ormanlar	40	15.00	3.00	Florya	30.00	1.18	0.00	0.00	30.00
Tarım alanları	49	10.41	2.08	Florya	30.00	1.18	0.00	0.00	30.00
Mera alanları	61	6.39	1.28	Florya	30.00	1.18	0.00	0.00	30.00

CN ve yağış verilerine göre her arazi kullanımı için hesaplanan tutulan su miktarları (F), her alt havzadaki arazi kullanımlarının alanları ile ağırlıklı ortalama alınarak alt havza bazında yağışın ne kadarının tutulduğu ve dolayısıyla ne kadarının akışa geçtiği Tablo 4.9'da verilmiştir.

Terkos istasyonu kapsamında $S1$, $S2$, $S3$, $S4$, $A5$, $S6$, $A7$, $A8$, $S9$, $K10$ ve $A11$ alt havzaları bulunmaktadır. En fazla su tutumunun olduğu havza $S9$, en az olduğu havza ise $S6$ havzasıdır. Sarıyer istasyonu kapsamında $A14$, $A15$, $K18$, $A19$, $A20$, $K21$, $K22$, $K23$, $K24$, $K25$ ve $K26$ alt havzaları bulunmaktadır. İstasyon etki alanı içerisindeki en fazla su tutumunun olduğu havza $K18$, en az olduğu havza ise $K21$ 'dir. Kumköy istasyonu kapsamında $A13$, $K16$, $K17$ ve $K27$ alt havzaları bulunmaktadır. İstasyon etki alanı içerisindeki en fazla su tutumunun olduğu havza $K17$, en az olduğu havza ise

K27'dir. Florya istasyonu kapsamında *A12* alt havzası bulunmaktadır. *A12* havzası için orman yoğunluğu %80.75 su tutma oranı ise %90.91'dir.

Tablo 4.9: Alt havzalarda tutulan su miktarları.

Alt havza	Meteoroloji istasyonu	Su tutma (F) için ağırlıklı ortalama (mm)	Su tutma (%)	Alt havza	Meteoroloji istasyonu	Su tutma (F) için ağırlıklı ortalama	Su tutma (%)
S1	Terkos	36.40	82.74	A15	Sarıyer	30.23	84.43
S2	Terkos	38.13	86.67	K16	Kumköy	37.88	96.13
S3	Terkos	39.27	90.61	K17	Kumköy	38.81	98.50
S4	Terkos	36.74	83.51	K18	Sarıyer	35.14	98.16
A5	Terkos	39.16	89.00	A19	Sarıyer	26.42	73.80
S6	Terkos	27.36	62.18	A20	Sarıyer	26.43	73.82
A7	Terkos	39.80	90.45	K21	Sarıyer	14.65	40.92
A8	Terkos	38.15	86.69	K22	Sarıyer	30.50	85.19
S9	Terkos	43.02	97.77	K23	Sarıyer	31.01	86.63
K10	Terkos	37.23	84.62	K24	Sarıyer	15.83	44.23
A11	Terkos	37.24	84.63	K25	Sarıyer	31.10	86.89
A12	Florya	27.27	90.91	K26	Sarıyer	32.47	90.70
A13	Kumköy	37.13	94.25	K27	Kumköy	33.24	84.36
A14	Sarıyer	29.76	83.14				

Çalışma alanı için genel olarak alt havzaların su tutma kapasitelerine bakıldığında ise, en fazla su tutumunun olduğu havza *K17* (%98.50) ve en az su tutumunun olduğu havza ise *K21* (%40.92) dir. Çalışma alanı arazi kullanımlarına bakıldığında *K17* alt havzasının %96.88'inin orman alanı, *K21* alt havzasının ise %89.63'ünün geçirimsiz alan olduğu görülmektedir.

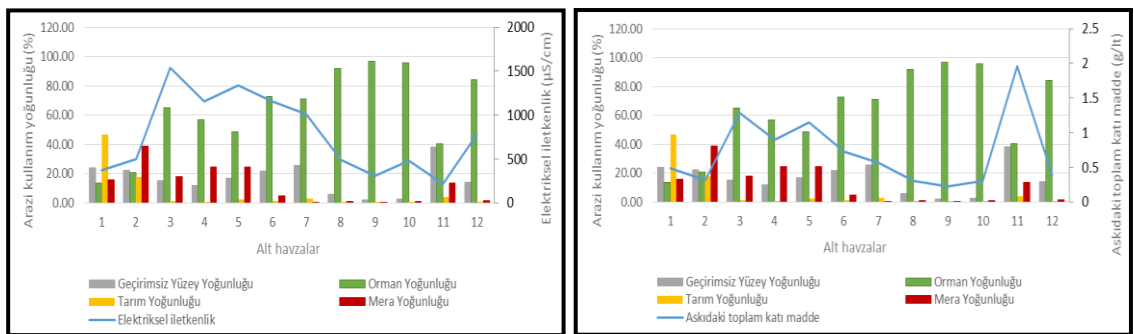
4.3.1.2. Su kalitesi

Su örnekleme yapılan noktaların fiziksel özelliklerinin ölçümleri ve laboratuvar analizleri sonucunda hesaplanan değerler Tablo 4.10'da verilmiştir. Ölçülen ve hesaplanan su fiziksel kalite parametrelerine bakıldığında; askıdaki katı madde miktarının, elektriksel iletkenliğin ve bulanıklığın fazla, oksijen miktarının az olduğu *DN6*, *DN7*, *DN8*, *DN15*, *DN17*, *DN18*, *DN21*, *DN26*, *DN27* ve *DN28* noktaları diğer noktalara göre daha yüksek su kirliliğine sahiptir. En düşük su kirliliği ise *DN1*, *DN2*, *DN11*, *DN16*, *DN22* ve *DN23* noktalarında rastlanmıştır. Orta derecede kirliliğe ise *DN3*, *DN4*, *DN5*, *DN9*, *DN10*, *DN12*, *DN13*, *DN14*, *DN19*, *DN20*, *DN24*, *DN25* ve *DN29* noktalarında rastlanmaktadır.

Tablo 4.10: Su örnekleme noktalarından alınan örneklerin analiz sonuçları.

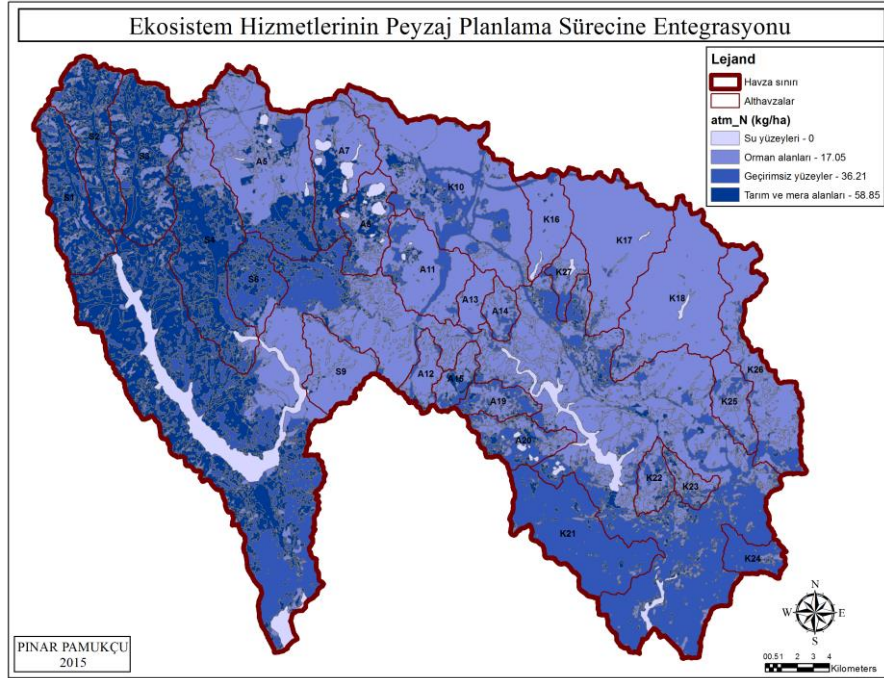
Nokta adı	Akış hızı (m/sn)	pH	Elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S/cm}$)	Bulanıklık (NTU)	Oksijen (mg/L)	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	T. askıdaki katı m. (g/lt)
DN1	0.13	7.15	300	2.99	4.37	21	0.19
DN2	0.21	6.96	311	0.67	4.56	21	0.12
DN3	0.83	7.40	771	13.40	2.00	21	0.40
DN4	0.05	7.75	783	14.73	3.39	21	0.38
DN5	0.11	7.14	491	2.07	3.33	11.4	0.31
DN6	0.03	7.20	1036	2.30	3.30	11.1	0.73
DN7	0.12	7.10	1342	6.62	6.79	12.1	1.15
DN8	0.01	7.50	1007	3.19	0.72	11.9	0.62
DN9	0.45	7.64	968	5.38	4.33	12.1	0.76
DN10	0.04	7.42	480	2.20	5.90	11.4	0.31
DN11	0.02	7.95	417	2.93	10.30	9.2	0.29
DN12	0.31	7.29	1044	0.91	9.86	12	0.70
DN13	0.03	7.15	1153	14.22	6.70	10.2	0.73
DN14	0.01	6.92	851	12.40	10.52	11	0.60
DN15	0.02	6.52	1414	5.07	7.15	11.4	1.03
DN16	0.39	8.1	304	5.68	12.54	11.2	0.23
DN17	0.29	7.07	1361	2.94	7.97	11.8	1.01
DN18	0.25	7.70	1328	5.81	9.57	13.8	0.90
DN19	0.51	7.56	1012	20.84	7.69	11.1	0.57
DN20	0.02	7.84	982	8.02	7.17	10.5	0.69
DN21	0.40	7.91	1537	2.66	12.97	10.2	1.29
DN22	0.27	8.16	500	6.78	13.42	10.6	0.32
DN23	1.02	8.30	375	2.24	13.90	10.1	0.49
DN24	0.44	7.68	169	26.17	5.68	10.2	0.57
DN25	0.15	7.47	1045	16.57	12.86	13.2	0.87
DN26	0.01	7.90	220	298.90	7.79	17	1.96
DN27	0	7.76	922	190	7.14	14.7	0.77
DN28	0.01	7.52	1350	92.91	11.25	15.2	1.03
DN29	0.29	7.63	915	2.63	4.41	13.2	0.53

Örneklenen alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre elektriksel iletkenlik ve askıdaki toplam katı madde miktarı grafikleri Şekil 4.8’de gösterilmiştir.

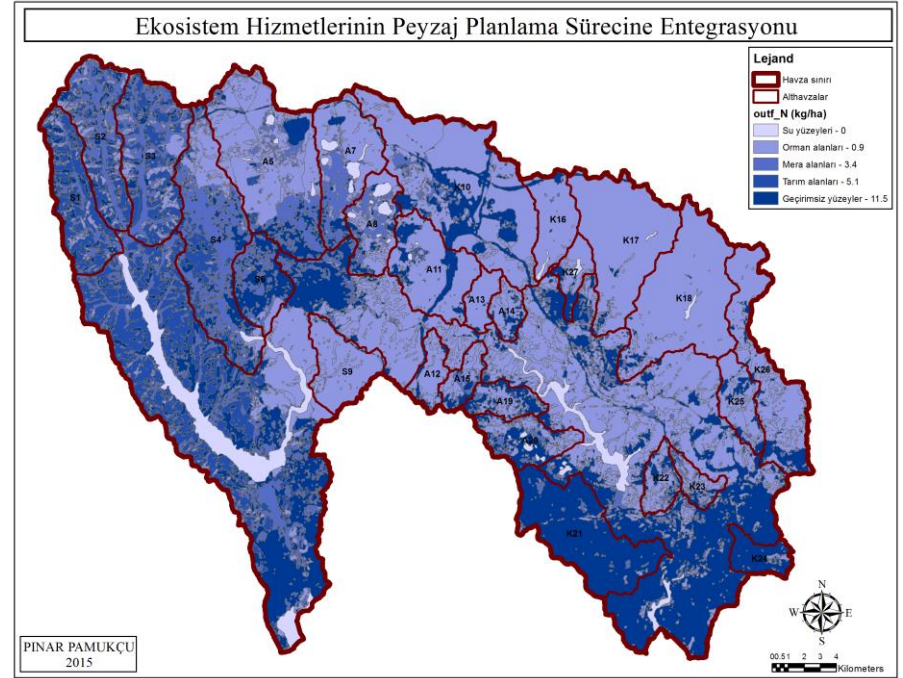


Şekil 4.8: Örneklenen havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre elektriksel iletkenlik ve askıdaki toplam katı madde miktarı.

Fiziksel parametreler ile birlikte değerlendirilmek üzere literatür verileri baz alınarak arazi kullanımlarına göre belirlenen toplam Azot için atmosferik birikim ve akışla çıkan toplam Azot (Şekil 4.9) ve toplam Fosfor için atmosferik birikim ve akışla çıkan toplam Fosfor (Şekil 4.10) haritalar üzerinde gösterilmiştir.

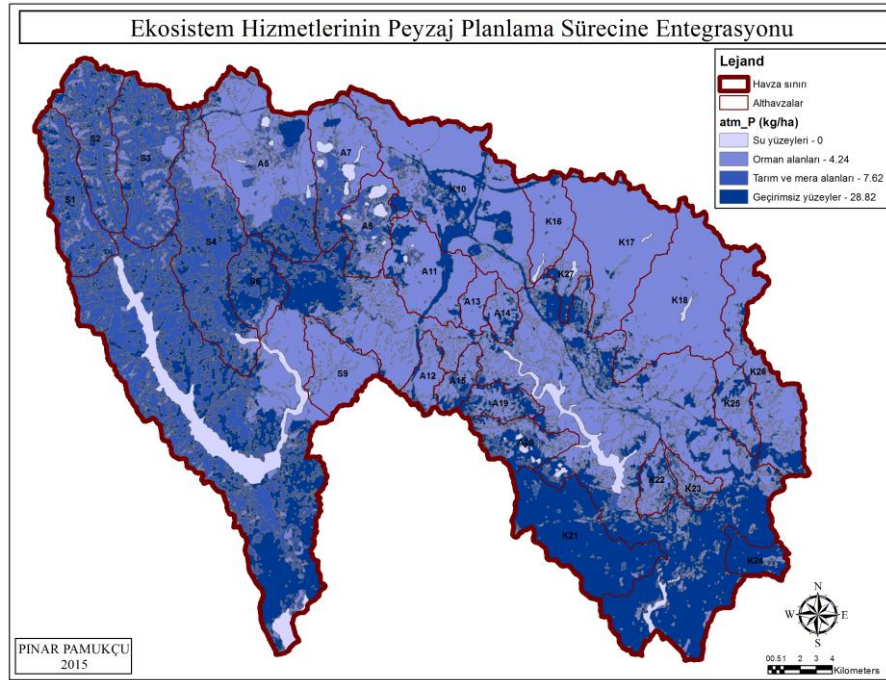


a. Azot için atmosferik birikim

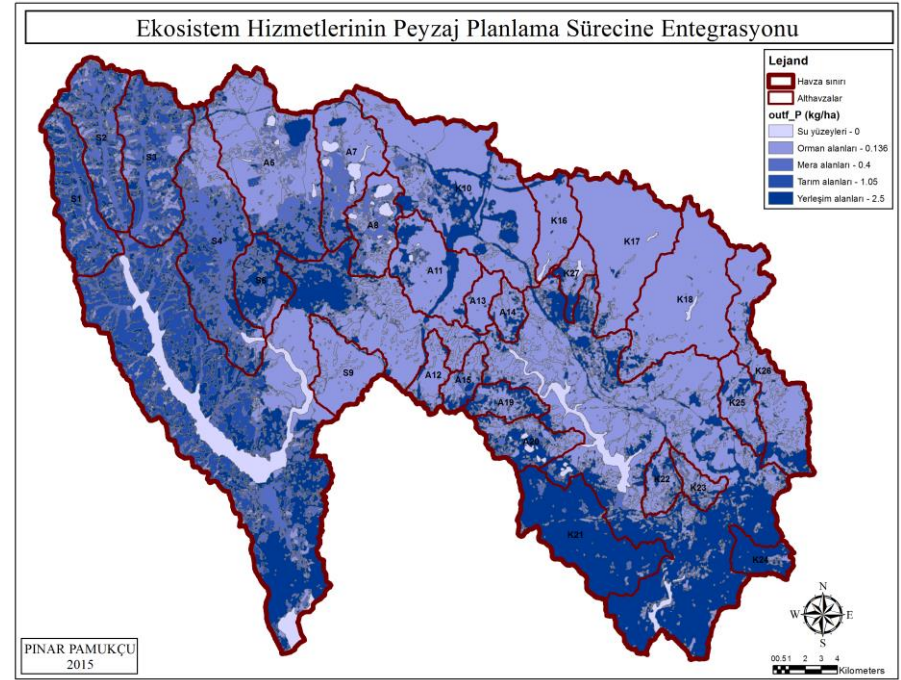


b. Akışla çıkan toplam Azot (TN)

Şekil 4.9: Arazi kullanımlarına göre toplam Azot (TN) değerleri.



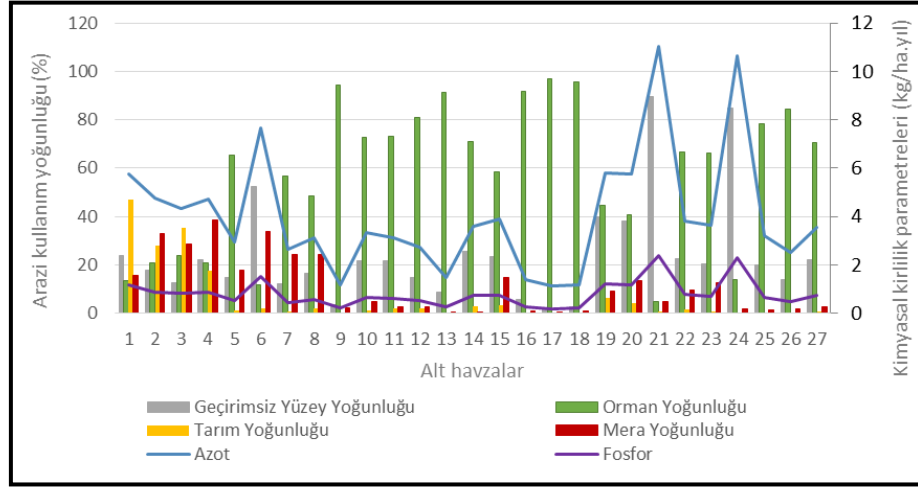
a. Fosfor için atmosferik birikim



b. Akışla çıkan toplam Fosfor (TP)

Şekil 4.10: Arazi kullanımlarına göre toplam Fosfor (TP) değerleri.

Şekil 4.11’de ise alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre kimyasal kirlilik parametrelerinin grafiği gösterilmiştir.



Şekil 4.11: Arazi kullanım yoğunluklarına göre kimyasal kirlilik parametreleri.

Alt havzalara ait hesaplanan toplam Azot ve toplam Fosfor değerleri Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11: Alt havzaların toplam Azot ve toplam Fosfor değerleri.

Alt havza	Toplam Azot (kg/ha)	Toplam Fosfor (kg/ha)	Alt havza	Toplam Azot (kg/ha)	Toplam Fosfor (kg/ha)	Alt havza	Toplam Azot (kg/ha)	Toplam Fosfor (kg/ha)
S1	5.77	1.17	K10	3.32	0.67	A19	5.81	1.21
S2	4.77	0.89	A11	3.13	0.63	A20	5.75	1.19
S3	4.34	0.83	A12	2.72	0.53	K21	11.03	2.39
S4	4.74	0.87	A13	1.47	0.26	K22	3.82	0.77
A5	2.93	0.54	A14	3.61	0.74	K23	3.64	0.71
S6	7.64	1.54	A15	3.90	0.76	K24	10.63	2.30
A7	2.65	0.45	K16	1.40	0.25	K25	3.21	0.65
A8	3.13	0.57	K17	1.13	0.19	K26	2.50	0.49
S9	1.19	0.20	K18	1.18	0.20	K27	3.53	0.72

S1 alt havzası: Alt havzada başlıca arazi kullanımı tarımdır (%46.93). Tarım alanlarını sırasıyla geçirimsiz yüzeyler (%23.92) ve mera alanları (%15.50) izlemektedir. Orman yoğunluğu ise %13.61’dir. Yıllık çıkan toplam Azot 5.77 kg/ha ve toplam Fosfor ise 1.17 kg/ha olarak hesaplanmıştır. DN23 noktası havza çıkışında yer almaktadır. Geniş yataklı bir deredir. Oksijen miktarı fazla, elektriksel iletkenliği ve askıdaki toplam katı madde miktarı azdır. Az derecede kirlilik gözlemlenmiştir.

S2 alt havzası: Başlıca arazi kullanımı meradır (%32.99). Mera alanlarını sırasıyla tarım alanları (%28.12) ve orman alanları (%20.84) izlemektedir. Geçirimsiz yüzey

yoğunluğu ise %17.99'dur. Yıllık çıkan toplam Azot 4.77 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.89 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

S3 alt havzası: Alt havzada başlıca arazi kullanımı tarımdır (%35.13). Tarım alanlarını sırasıyla mera alanları (%28.64) ve orman alanları (%23.65) izlemektedir. Yıllık çıkan toplam Azot 4.34 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.83 kg/ha olarak hesaplanmıştır. Alt havza içerisinde *DN24* noktasından su örnekleme yapılmıştır. Mera alanı içerisinde geçen dere doğal bir kanaldır. Bulanıklık fazla ölçülmüştür.

S4 alt havzası: Alt havzada başlıca arazi kullanımı meradır (%38.67). Mera alanlarını sırasıyla geçirimsiz yüzeyler (%22.07) ve orman alanları (%20.82) izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 4.74 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.87 kg/ha olarak hesaplanmıştır. *DN20*, *DN22* ve *DN29* noktaları *S4* alt havzası içerisinde yer almaktadır. Diğer noktalara göre havzanın yüksek kısmında bulunan *DN22* ile havzanın daha aşağı kısmında bulunan *DN20* noktaları ana dere üzerinde bulunmaktadır. *DN29* noktasının örneklendiği derenin bir tarafı mera alanı, diğer tarafı ise sanayi alanıdır. *DN20* ve *DN29* için elektriksel iletkenlik *DN22* noktasına göre yaklaşık iki kata yakın yüksektir. *DN22* noktası için önemli derecede yüksek kirlilik parametresine rastlanmamıştır.

A5 alt havzası: Orman alanları (%65.16) alt havzadaki ana arazi kullanımınıdır. Mera alanları (%17.63) ve geçirimsiz yüzeyler (%14.90) orman alanlarını izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 2.93 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.54 kg/ha olarak hesaplanmıştır. *DN12* ve *DN21* örnek noktaları alt havza içerisinde yer almaktadır. Kanallaştırılmış bir dere üzerinde bulunan *DN12* noktasında elektriksel iletkenlik yüksektir. *DN12* noktasının aşağısında yer alan *DN21* noktasında ise hem elektriksel iletkenlik hem de askıdaki toplam katı madde *DN12* noktasına göre daha yüksek ölçülmüştür. *DN21* noktasının çevresinde mera alanları bulunmakta, hafta sonları ise bu mera alanları rekreasyon alanları olarak kullanılmaktadır.

S6 alt havzası: Havzanın yarısından fazlası (%52.46) geçirimsiz yüzeydir. Geçirimsiz yüzeyleri mera alanları (%33.94) ve orman alanları (%11.77) takip etmektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 7.64 kg/ha ve toplam Fosfor ise 1.54 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

A7 alt havzası: Orman alanları (%56.62) alt havzadaki ana arazi kullanımınıdır. Mera alanları (%24.37) ve geçirimsiz yüzeyler (%11.99) orman alanlarını izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 2.65 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.45 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

Orman yoğunluğunun havzanın yarısından fazla olduğu A5 ile A7 alt havzalarının dışarısında ancak çıkışlarına yakın bulunan DN18 noktasında elektriksel iletkenlik ve toplam askıdaki katı madde miktarı yüksektir.

A8 alt havzası: Orman alanları (%48.42) alt havzadaki ana arazi kullanımınıdır. Orman alanlarını mera alanları (%24.43) ve geçirimsiz yüzeyler (%16.58) izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 3.13 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.57 kg/ha olarak hesaplanmıştır. DN7 noktası A8 alt havzasının çıkışında, DN17 noktası çıkışın biraz yukarısında yer almaktadır. Her iki nokta da elektriksel iletkenlik ve toplam askıdaki katı madde yüksek değerdedir. Alt havzada başlıca arazi kullanımı orman olmasına rağmen (%48.42) havza çıkışına doğru mera ve geçirimsiz yüzey yoğunluğu artmaktadır. Her iki noktada da gözle görülür derecede kirlilik belirlenmiştir.

DN8 noktası, A5, A7 ve A8 alt havzalarının dışında, bu alt havzalardan gelen derelerin beslediği ana dere üzerindedir. Su örneği alınan noktada yüksek derecede elektriksel iletkenlik ve çok düşük değerlerde oksijen ölçülmüştür. Noktada debinin çok az ve derenin gözle görülür derecede kirli olduğu gözlenmiştir. Her iki tarafında tarım alanları mevcuttur.

S9 alt havzası: Havzanın neredeyse tamamı yakını (%94.16) orman alanıdır. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 1.19 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.20 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

K10 alt havzası: Orman alanları (%72.56) alt havzadaki ana arazi kullanımınıdır. Orman alanlarını geçirimsiz yüzeyler (%21.55) izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 3.32 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.67 kg/ha olarak hesaplanmıştır. Elektriksel iletkenliğin ve toplam askıdaki katı maddenin fazla olduğu DN6 ve DN15 noktaları K10 alt havzası içerisindedir. DN15 noktasında dereye havuzlanma ve iki yamacında da bozulma görülmektedir. Aynı alt havza içerisinde dere yatağı balçık olan DN13 ve DN14 noktalarında ise elektriksel iletkenlik değerleri ile birlikte bulanıklık değerleri de

yüksek ölçülmüştür. Bu alt havzada orman alan yoğunluğu her ne kadar fazla olsa da (%72.56); ölçüm yapılan periyotta geçirimsiz yüzey yoğunluğu yol yapımından dolayı artmakta olduğu ve mevcut dere kollarından bazılarının kapandığı gözlemlenmiştir.

A11 alt havzası: Orman alanları (%73.27) alt havzadaki ana arazi kullanımudur. Orman alanlarını geçirimsiz yüzeyler (%21.52) izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 3.13 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.63 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

A12 alt havzası: Orman alanları (%80.75) alt havzadaki ana arazi kullanımudur. Orman alanlarını geçirimsiz yüzeyler (%14.79) izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 2.72 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.53 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

A13 alt havzası: Havzanın %91.28'i orman alanıdır. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 1.47 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.26 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

A14 alt havzası: Orman alanları (%71.01) alt havzadaki ana arazi kullanımudur. Orman alanlarını geçirimsiz yüzeyler (%25.44) izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 3.61 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.74 kg/ha olarak hesaplanmıştır. *DN19* noktası *A14* havza çıkışına yakındır. Dere geniş bir yatağa sahiptir. Elektriksel iletkenlik ve bulanıklık yüksek ölçülmüştür.

A15 alt havzası: Orman alanları (%58.40) alt havzadaki ana arazi kullanımudur. Orman alanlarını geçirimsiz yüzeyler (%23.51) ve mera alanları (%14.73) izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 3.90 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.76 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

K16 alt havzası: Havzanın %91.64'ü orman alanıdır. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 1.40 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.25 kg/ha olarak hesaplanmıştır. *DN5* noktası *K16* alt havzası içerisinde yer almaktadır. Orman alanı içerisinde, her iki tarafında odunsu birikinti olan ve dere yatağının çok dar olduğu gözlemlenen noktada su durgun ve dere tabanı çamurdur. Fiziksel su kalite parametreleri düşük değerdedir.

K17 alt havzası: Havzanın neredeyse tamamı yakını (%96.88) orman alanıdır. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 1.13 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.19 kg/ha olarak hesaplanmıştır. *DN1*, *DN2* ve *DN16* noktaları *K17* alt havzasında yer almaktadır. Ölçülen fiziksel su kalite parametreleri düşüktür. *DN1* noktasının bulunduğu dere

çevresinde rekreasyon ve DN2 noktasının bulunduğu dereye ise devrikler gözlemlenmiştir.

K18 alt havzası: Havzanın %95.72'si orman alanıdır. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 1.18 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.20 kg/ha olarak hesaplanmıştır. DN10 noktası K18 alt havzasında bulunmaktadır. Dereye çok yakın içme suyu dolun fabrikası bulunmasına rağmen fiziksel su kalite parametreleri düşüktür.

A19 alt havzası: Orman alanları (%44.62) alt havzadaki ana arazi kullanımınıdır. Orman alanlarını geçirimsiz yüzeyler (%39.76) izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 5.81 kg/ha ve toplam Fosfor ise 1.21 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

A20 alt havzası: Orman alanları (%40.62) alt havzadaki ana arazi kullanımınıdır. Orman alanlarını geçirimsiz yüzeyler (%38.27) izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 5.75 kg/ha ve toplam Fosfor ise 1.19 kg/ha olarak hesaplanmıştır. DN26 noktası A20 alt havzası içerisinde çıkışa yakın bir noktada bulunmaktadır. Yüksek derecede bulanıklığa ve toplam askıdaki katı madde miktarına sahiptir. Noktanın alındığı derenin etrafı mera alanları ile çevrilidir. Derenin kanallaştırılmaya başlandığı gözlemlenmiştir.

K21 alt havzası: Havzanın %89.63'ü geçirimsiz yüzeydir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 11.03 kg/ha ve toplam Fosfor ise 2.39 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

K22 alt havzası: Orman alanları (%66.82) alt havzadaki ana arazi kullanımınıdır. Orman alanlarını geçirimsiz yüzeyler (%22.35) izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 3.82 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.77 kg/ha olarak hesaplanmıştır. K22 alt havzasının bağlandığı ana dere üzerinde alınan DN25 noktasında elektriksel iletkenlik, bulanıklık ve toplam askıdaki katı madde miktarı yüksektir.

K23 alt havzası: Orman alanları (%66.27) alt havzadaki ana arazi kullanımınıdır. Orman alanlarını geçirimsiz yüzeyler (%20.18) izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 3.64 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.71 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

K24 alt havzası: Havzanın %84.65'i geçirimsiz yüzeydir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 10.63 kg/ha ve toplam Fosfor ise 2.30 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

K25 alt havzası: Orman alanları (%78.24) alt havzadaki ana arazi kullanımudur. Orman alanlarını geçirimsiz yüzeyler (%19.91) izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 3.21 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.65 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

K26 alt havzası: Orman alanları (%84.22) alt havzadaki ana arazi kullanımudur. Orman alanlarını geçirimsiz yüzeyler (%14.08) izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 2.50 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.49 kg/ha olarak hesaplanmıştır. *DN3* ve *DN4* noktaları *K26* alt havzasında yer almaktadır. Noktaların bulanıklık değerleri yüksek ölçülmüştür.

K27 alt havzası: Orman alanları (%70.54) alt havzadaki ana arazi kullanımudur. Orman alanlarını geçirimsiz yüzeyler (%21.96) izlemektedir. Havza için yıllık çıkan toplam Azot 3.53 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.72 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

DN11 noktası Sazlıdere Barajı üzerinde yer almaktadır. *S4* ve *S6* alt havzalarından çıkan dereler de aynı yerden baraja dökülmektedir. Örnekleme yapılan noktaya ait derenin çevresi mera alanıdır. Az derecede kirlilik belirlenmiştir.

Elektriksel iletkenliğin yüksek olduğu *DN9* noktası Alibeyköy Barajı üzerinde yer almaktadır. Mera alanı içerisinde yer alan derenin yatağı geniştir. Yukarı iki yamaç ise orman alanıdır. *DN27* noktası Alibeyköy barajına giden kollardan birisi üzerinde yer almaktadır. Yüksek derecede bulanıklık ölçülmüştür.

Elektriksel iletkenliğin, bulanıklığın ve toplam askıdaki katı maddenin fazla olduğu *DN28* noktası ile *DN25* noktası Haliç'e dökülen Kâğıthane Deresini besleyen dereler üzerinde bulunmaktadır. *DN25* örneğinin alındığı dere kanallaştırılmıştır.

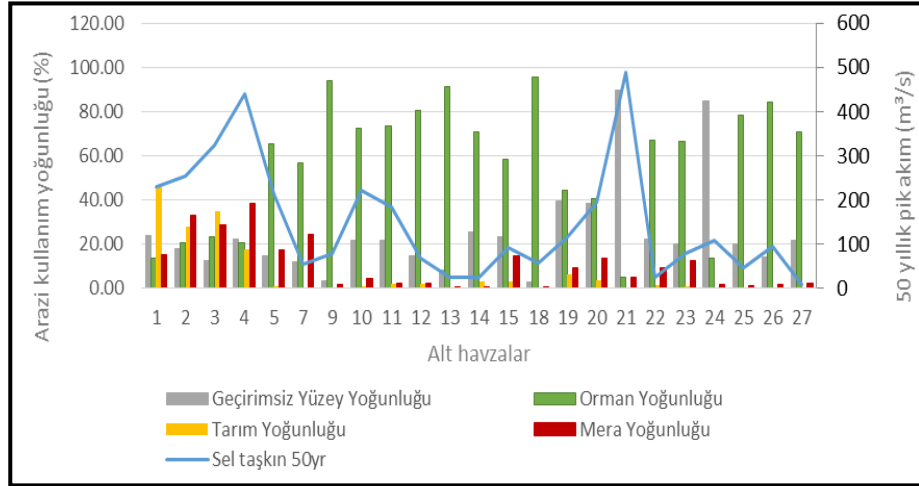
4.3.1.3. Sel ve taşkın riski

Her bir alt havzaya ait 2 ve 50 yıllık pik akım simülasyon sonuçları Tablo 4.12'de gösterilmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre 2 yıl için herhangi bir sel ve taşkın riski yoktur. Fakat uzun dönem (50 yıl) için bu risk göz önünde bulundurulmalıdır. 50 yıl için pik akımlar düşük akımdan yükseğe 0 ila 3 arasında puanlandırılmıştır.

Tablo 4.12: Alt havzaların TR-55 le akış simülasyon puanlama sonuçları.

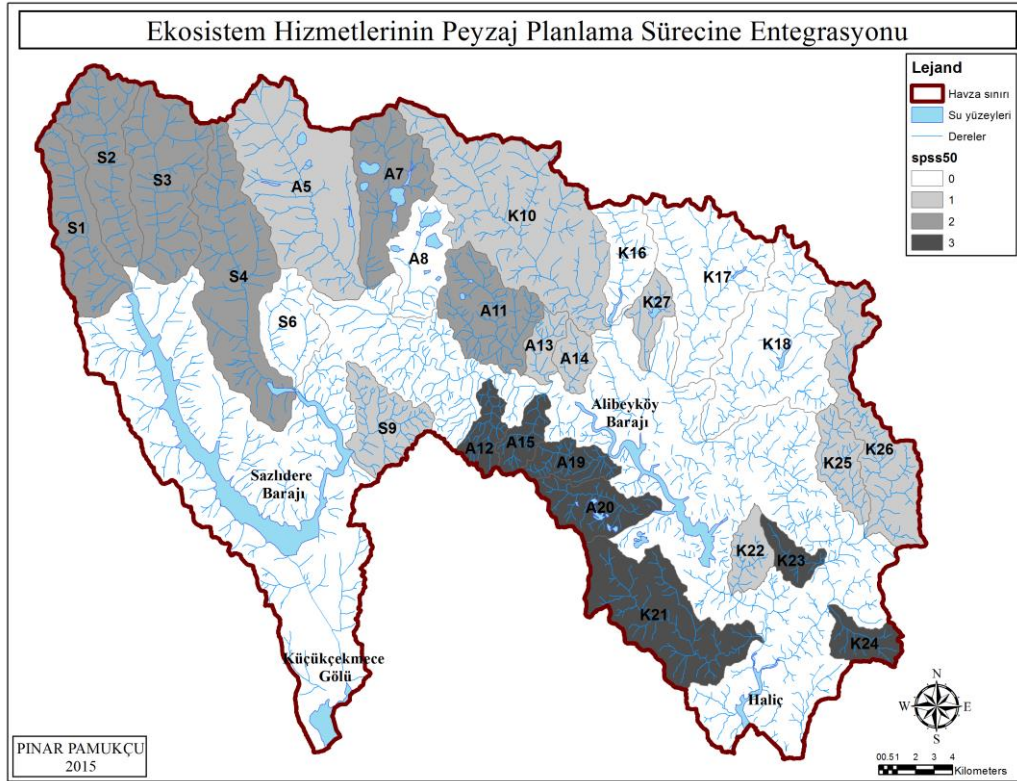
Alt havzalar	2 yıl (m ³ /sn)	50 yıl (m ³ /sn)	Alt havza alanı (A) (ha)	Qmax/A (2 yıl)	Qmax/A (50 yıl)	Puanlama (50 yıllık)
Sazlıdere-1	13.74	230.09	1428.80	0.0962	1.6104	2
Sazlıdere-2	15.14	253.43	1575.09	0.0961	1.6090	2
Sazlıdere-3	19.44	325.49	2022.93	0.0961	1.6090	2
Sazlıdere-4	26.28	439.87	2733.86	0.0961	1.6090	2
Alibeyköy-5	0.87	214.1	2517.09	0.0035	0.8506	1
Sazlıdere-6.1	5.65	-	587.57	0.0962	0.0000	0
Sazlıdere-6.2	2.44	-	254.27	0.0960	0.0000	0
Sazlıdere-6	8.09	-	874.43	0.0923	0.0000	0
Sazlıdere-6 (çıkış)	8.07	-				
Alibeyköy-7	3.29	55.15	342.74	0.0960	1.6091	2
Sazlıdere-9	0.26	77.94	947.39	0.0027	0.8227	1
Kağıthane-10	0.86	221.27	3168.39	0.0027	0.6984	1
Alibeyköy-11	10.99	183.91	1143.01	0.0961	1.6090	2
Alibeyköy-12.1	9.98	51.33	214.43	0.4654	2.3938	3
Alibeyköy-12.2	3.22	17.16	79.83	0.4034	2.1496	3
Alibeyköy-12	12.99	67.78	426.73	0.3037	1.5851	3
Alibeyköy-12 (çıkış)	12.96	67.64				
Alibeyköy-13	0.09	24.75	340.39	0.0026	0.7271	1
Alibeyköy-14	0.09	24.07	337.86	0.0027	0.7124	1
Alibeyköy-15	18.03	92.75	387.45	0.4653	2.3938	3
Kağıthane-17.1	0.18	-	651.79	0.0028	-	0
Kağıthane-17.2	0.26	-	951.03	0.0027	-	0
Kağıthane-17	0.44	-	1602.82	0.0027	-	0
K-17 (çıkış)	0.44	-				
K-18.1	0.11	27.99	390.16	0.0028	-	0
K-18.2	0.11	29.54	411.83	0.0027	-	0
K-18	0.22	57.13	801.99	0.0027	-	0
K-18 (çıkış)	0.22	57.16				
A-19	22.95	118.09	493.29	0.4652	2.3939	3
A-20	37.69	193.92	810.02	0.4653	2.3940	3
K-21	95.07	489.10	2043.06	0.4653	2.3940	3
K-22.1	-	8.49	120.19	0.0000	0.7064	1
K-22.2	0.06	15.86	224.54	0.0027	0.7063	1
K-22	0.06	24.36	433.72	0.0014	0.5591	1
K-22 (çıkış)	0.06	24.25				
K-23	15.47	79.57	332.37	0.4654	2.3940	3
K-24	20.93	107.68	449.78	0.4653	2.3940	3
K-25	0.18	47.49	648.27	0.0028	0.7326	1
K-26	0.36	96.04	1331.79	0.0027	0.7211	1
K-27.1	-	5.76	81.73	-	0.7048	1
K-27.2	-	3.73	52.89	-	0.7052	1
K-27	-	9.49	134.62	0.0000	0.7042	1
K-27 (çıkış)	-	9.48				

Sel ve taşkın riskinin belirlenebilmesi amacıyla simüle edilen pik akımlar arazi kullanımlarına göre değişiklik göstermektedir. 50 yıllık pik akımlar göz önünde bulundurulduğunda hektardaki akış tarım alanlarında ortalama 0.61 m³/sn iken; orman alanlarında hektardaki akış 0.85 – 0.70 m³/sn ve geçirimsiz yüzeylerde ise 2.15 – 2.39 m³/sn dir. Alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre 50 yıllık pik akımların grafiği Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12: Alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre 50 yıllık pik akımlar.

Alt havzaların hesaplanan konsantrasyon zamanları ve pik akımlarına göre geçirimsiz yüzeylerde bu değerlerin tarım ve orman alanlarına göre daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 4.13).



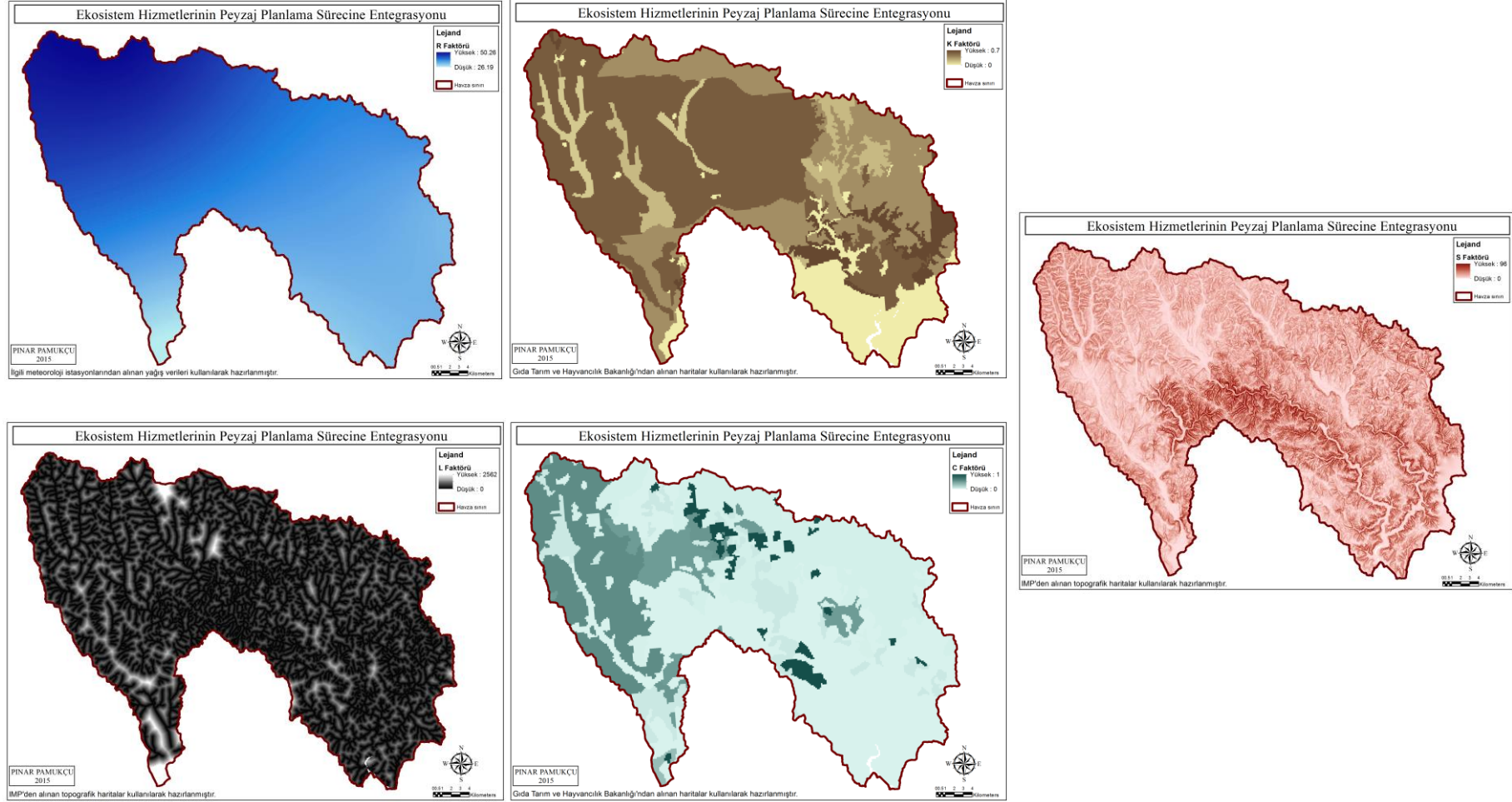
Şekil 4.13: Sel-taşkın risk haritası.

4.3.2. Toprak Koruma Hizmeti

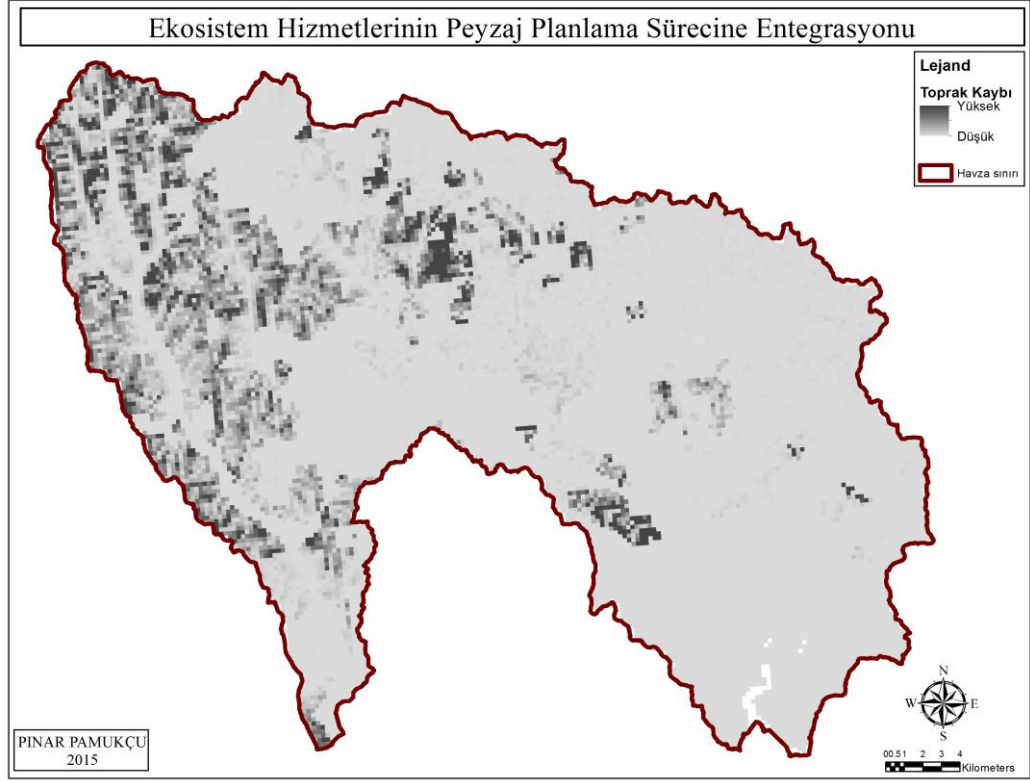
RUSLE modelinin oluşturulması için yağış erozivite indeksinin (R) dağılımı, büyük toprak grupları ve toprak özellikleri kombinasyonuna göre belirlenmiş K faktörü değerleri, arazi kullanımlarına göre belirlenmiş C faktörü değerleri, yamaç faktörü (L) ve eğim faktörü (S) çalışma alanı için CBS ortamında sayısallaştırılıp hazırlanmıştır (Şekil 4.14).

Çalışma alanı için toprak koruma ekosistem hizmetinin değerlendirilebilmesi için yıllık toprak kaybının belirlenebilmesi amacıyla CBS ortamında sayısallaştırılan RUSLE denkleminin faktörleri (yağış erozivite -erozyon- indeksi, toprak erodibilite faktörü, yamaç uzunluğu -arazi eğim uzunluğu- faktörü, eğim -arazi eğim derecesi- faktörü, bitkisel ürün -bitki amenajman- faktörü ve toprak koruma önlemleri faktörü) yine CBS ortamında RUSLE denkleminin uygulanması ile bir araya getirilmesi sonucunda toprak kaybı dağılım haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.15).

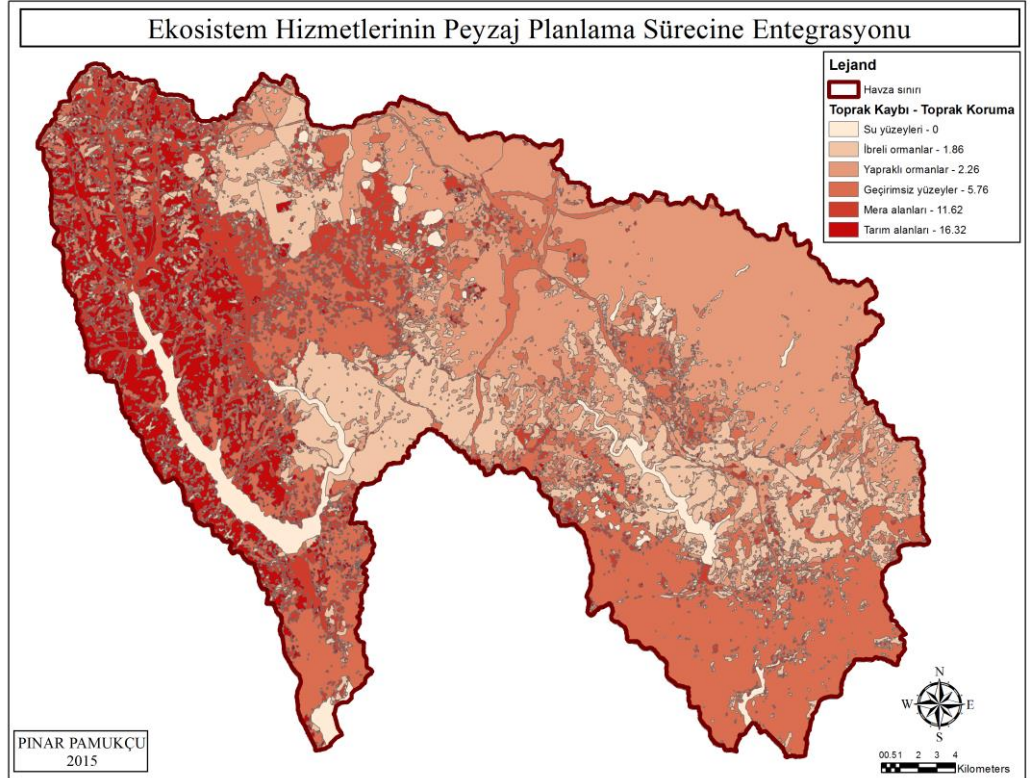
Arazi kullanımlarına göre yıllık toprak kaybının belirlenebilmesi ve değerlendirilmesi amacıyla ise arazi kullanımı haritası, elde edilen RUSLE modeli ile karşılaştırılmıştır (Şekil 4.16). Toprak kaybı dağılımı arazi kullanımları ile birlikte incelenerek, her bir arazi kullanımındaki yıllık ortalama toprak kaybı CBS ortamında raster veri üzerinden hesaplanmıştır.



Şekil 4.14: RUSLE modeli faktörleri.



Şekil 4.15: RUSLE toprak kaybı haritası.



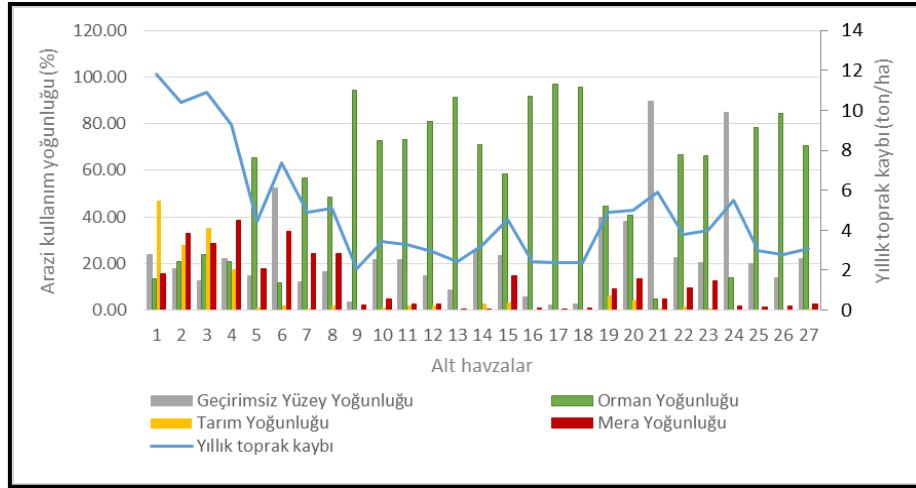
Şekil 4.16: Arazi kullanımlarının yıllık toprak kaybı haritası.

Arazi kullanımlarının yıllık toprak kaybı değerleri Tablo 4.13'te verilmiştir. Yıllık toprak kaybı en fazla tarım alanlarında (16.32 ton/ha/yıl), su yüzeyleri göz önüne alınmaz ise en az ise ibrelili orman alanlarında (1.86 ton/ha/yıl) görülmektedir.

Tablo 4.13: Arazi kullanımlarının yıllık toprak kaybı değerleri.

Arazi kullanımı	Yıllık toprak kaybı (ton/ha)
Su yüzeyleri	0
İbrelili orman alanları	1.86
Yapraklı orman alanları	2.26
Geçirimsiz yüzeyler	5.76
Mera alanları	11.62
Tarım alanları	16.32

Şekil 4.17'de alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre yıllık toprak kaybı değerleri grafiği gösterilmiştir.



Şekil 4.17: Alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre yıllık toprak kaybı değerleri.

Alt havzalar için yıllık toprak kaybının en düşük olduğu alt havza arazi kullanımının %80.39'u ibrelili orman alanı olduğu *S9* (2.09 ton/ha/yıl) alt havzası ve en yüksek olduğu alt havza ise alanının %46.93'ünün tarım alanı olduğu *S1* (11.80 ton/ha/yıl) alt havzasıdır (Tablo 4.14).

Yıllık toprak kaybının en az olduğu alt havzalar ise *K17* ve *K18* alt havzalarıdır. %93.27'si yapraklı orman alanıdır. *K17* alt havzası için yıllık toprak kaybı 2.36 ton/ha olarak hesaplanmıştır. Havza içerisindeki yapraklı orman alanlarından *N9*, *N10*, *N12*, *N14*, *N17*, *N18*, *N42*, *N43*, *N44*, *N45*, *N47* ve *N48* örnekleri ve karışık meşcereden de *N15* örneği alınmıştır. Alanda genel anlamda toprak tekstürü kumlu balçıktır. Havzada ayrıca yer yer toz balçığı, kumlu kil balçığı, balçıklı kum, ve balçık görülmektedir.

Tablo 4.14: Alt havzaların yıllık toprak kayıpları.

Alt havza	Yıllık toprak kaybı (ton/ha)	Alt havza	Yıllık toprak kaybı (ton/ha)	Alt havza	Yıllık toprak kaybı (ton/ha)
S1	11.80	K10	3.44	A19	4.90
S2	10.41	A11	3.31	A20	5.01
S3	10.90	A12	2.93	K21	5.89
S4	9.31	A13	2.45	K22	3.78
A5	4.44	A14	3.23	K23	3.98
S6	7.37	A15	4.55	K24	5.53
A7	4.92	K16	2.42	K25	2.97
A8	5.08	K17	2.36	K26	2.77
S9	2.09	K18	2.36	K27	3.09

K18 alt havzasının ise %90.94'ü yapraklı orman alanıdır. Yıllık toprak kaybı 2.36 ton/ha olarak hesaplanmıştır. N1, N2, N25, N41, N46, N49, N50, N52, N53, N54 ve N55 örnekleri yapraklı orman alanlarından, N16 örneği ise ibreli orman alanından alınmıştır. Alanda genel anlamda toprak tekstürü kumlu balçıktır. Havzada ayrıca yer yer toz balçığı, kumlu kil balçığı, balçıklı kum ve balçık görülmektedir. Yıllık toprak kaybının en fazla olduğu ikinci alt havza ise S3 (10.90 ton/ha/yıl) alt havzasıdır. Alt havzalar içerisinde tarım alanı yoğunluğuna sahip ikinci alt havza olan S3 alt havzasının %35.13'ü tarım alanıdır.

4.3.3. Karbon Tutumu Hizmeti

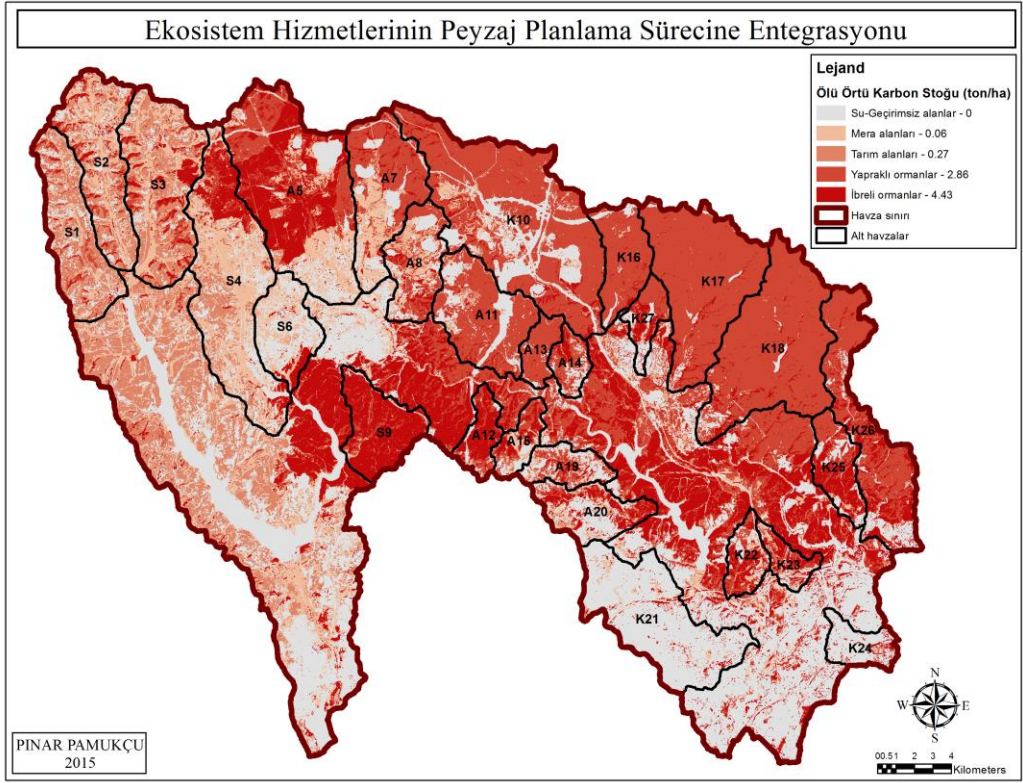
Çalışma alanı için toprak altı, toprak üstü, ölü örtü, diri örtü ve topraktaki karbon tutumu değerleri arazi kullanımları için birim alanlarına göre hesaplanmıştır (Tablo 4.15). EK 5'te karbon tutumlarının alt havzalar arazi kullanımlarına göre hesaplama sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.15: Arazi kullanımlarının birim alandaki karbon tutumları.

Alan Kullanımı	Ölü örtü (ton C/ha)		Diri örtü (ton C/ha)		Toprak üstü biyokütle (ton C/ha)		Toprak altı biyokütle (ton C/ha)		Toprak (ton C/ha)	
	Ort	SS	Ort	SS	Ort	SS	Ort	SS	Ort	SS
İbreli	4.43	3.27	0.21	0.26	130.60	77.32	26.12	15.46	127.38	NA
İbreli-Yapraklı	4.02	1.77	0.87	1.58	135.16	71.10	28.23	15.03	122.70	37.15
Yapraklı	2.86	1.65	0.17	0.26	157.75	125.98	37.86	30.23	97.29	29.98
Mera	0.06	0.07			0.49	0.36	1.37	NA	100.56	36.69
Tarım	0.27	0.36			0.75	0.27	0*	NA	50.49	NA
Yapraklı-Rekreasyon	1.49	0.70	0.06	0.08	157.75	125.98	37.86	30.23	97.77	21.53

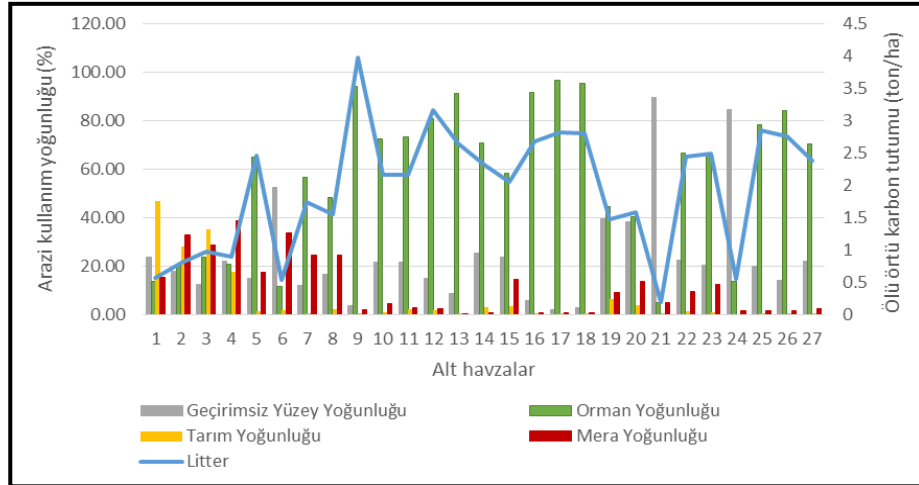
* Kaynak: (IPCC, 2006)

Elde edilen bulgulara göre ölü örtü karbon tutumu açısından ibreli ormanlar en fazla karbon tutumunu gerçekleştirmektedir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18: Arazi kullanımlarına göre hesaplanan ölü örtü karbon tutumu.

Alt havzaların arazi kullanımlarına göre ölü örtü karbon tutumları Şekil 4.19’da verilmiştir.



Şekil 4.19: Alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre ölü örtü karbon tutumu.

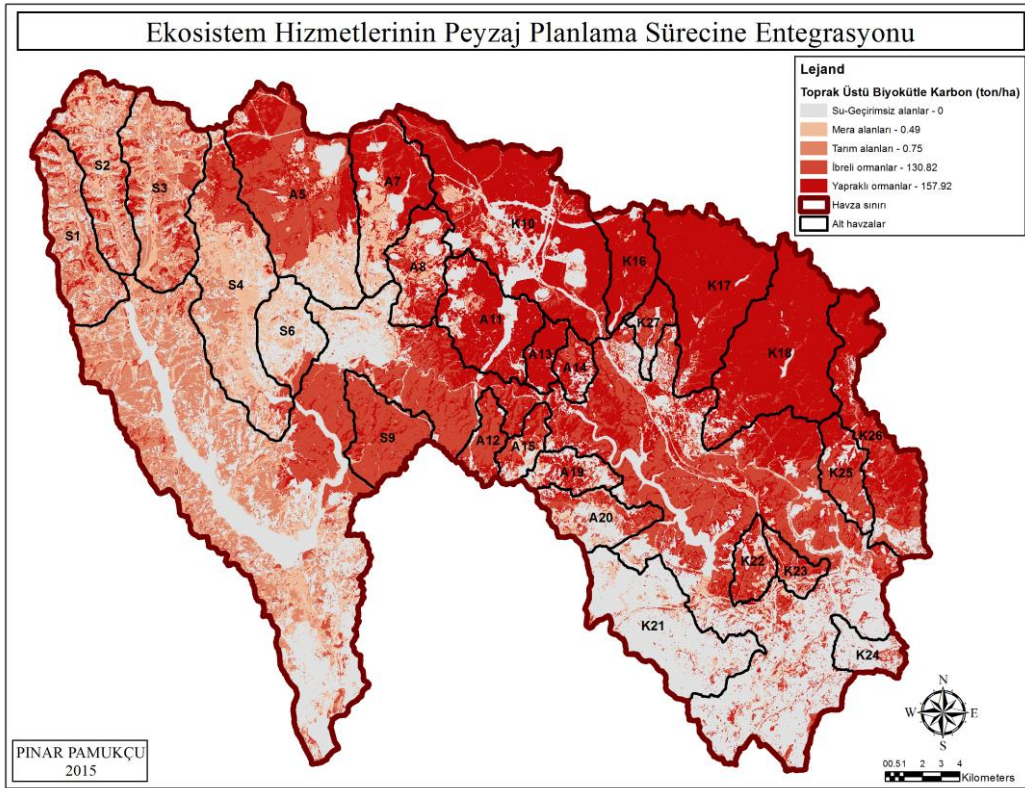
Alt havzalar için ölü örtü karbon tutumunun en düşük olduğu alt havza geçirimsiz yüzey yoğunluğunun %89.63 olduğu K21 (0.20 ton/ha) alt havzasıdır (Tablo 4.16). Geçirimsiz alanlar içindeki yeşil alanlara ait ölü örtü hesaplanan az miktardaki karbon tutumunu gerçekleştirmektedir. Geçirimsiz alan yoğunluğunun fazla olduğu havzalar haricinde ölü örtü karbon tutumunun en düşük olduğu alt havza, alanının %46.93’ünün

tarım alanı ve %15.50'sinin mera alanı olduğu S1 (0.57 ton/ha) alt havzasıdır. Arazi kullanımının %80.39'u ibreli orman alanı olduğu S9 (3.98 ton/ha) alt havzası ölü örtü karbon tutumunu en fazla gerçekleştiren alt havzadır. Ölü örtü karbon tutumunun en fazla gerçekleştiği ikinci alt havza ise alanının %54.40'mın ibreli orman alanı olduğu A12 (3.17 ton/ha) alt havzasıdır.

Tablo 4.16: Alt havzaların ölü örtü karbon tutumları.

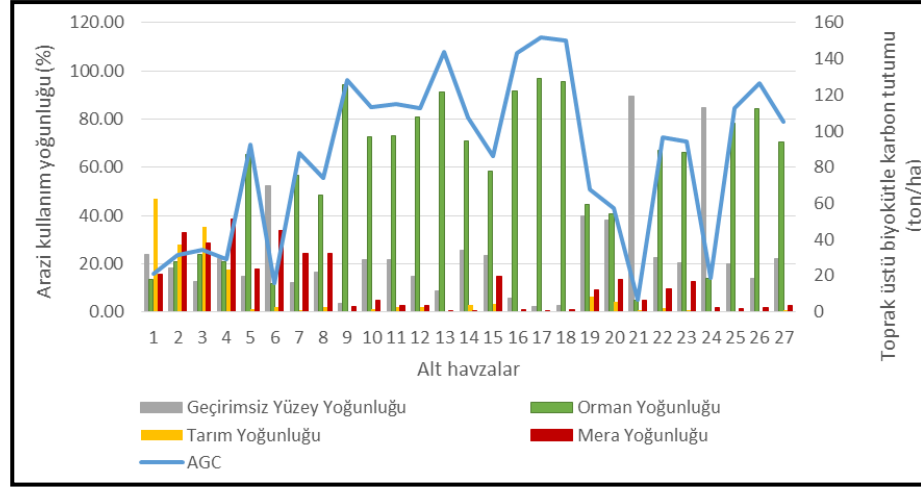
Alt havza	Ölü örtü karbon tutumu (ton/ha)	Alt havza	Ölü örtü karbon tutumu (ton/ha)	Alt havza	Ölü örtü karbon tutumu (ton/ha)
S1	0.57	K10	2.16	A19	1.47
S2	0.81	A11	2.16	A20	1.58
S3	0.97	A12	3.17	K21	0.20
S4	0.89	A13	2.65	K22	2.44
A5	2.47	A14	2.32	K23	2.49
S6	0.53	A15	2.05	K24	0.56
A7	1.74	K16	2.69	K25	2.86
A8	1.55	K17	2.83	K26	2.76
S9	3.98	K18	2.81	K27	2.39

Yapraklı orman alanlarında toprak üstü biyokütle karbon tutumu diğer arazi kullanımlarına göre daha fazladır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20: Arazi kullanımlarına göre hesaplanan toprak üstü biyokütle karbon tutumu.

Alt havzaların arazi kullanımına göre toprak üstü biyokütle karbon tutumları ise Şekil 4.21’de gösterilmiştir.



Şekil 4.21: Alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre toprak üstü karbon tutumu.

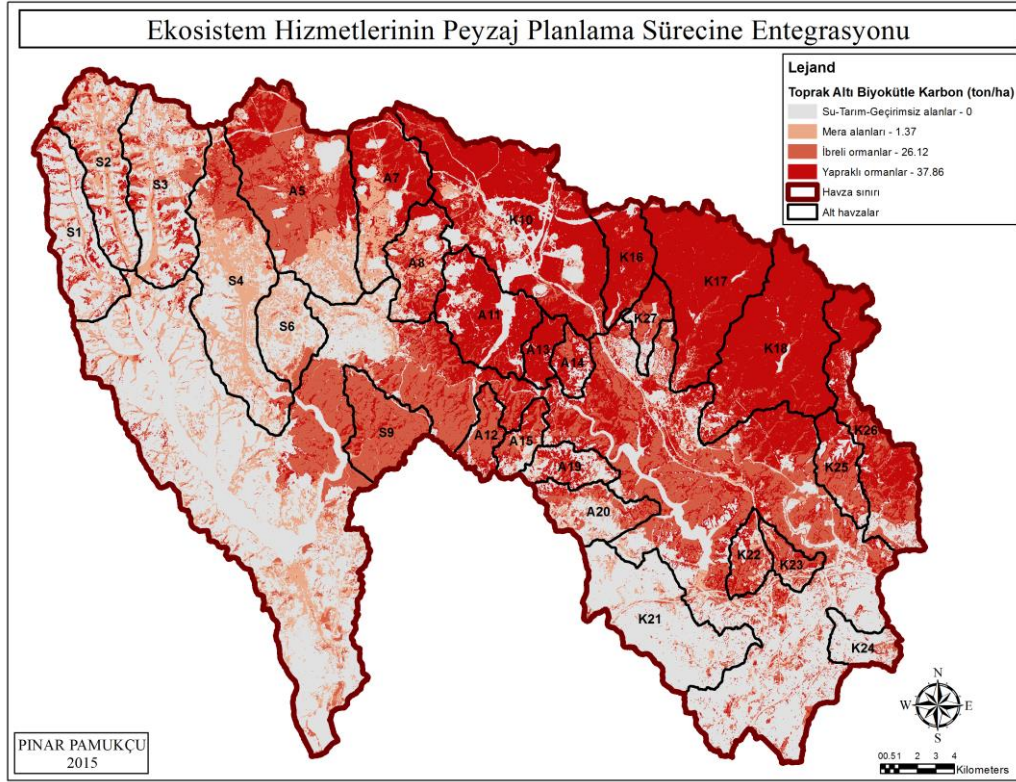
Alt havzalar için toprak üstü biyokütle karbon tutumunun en düşük olduğu alt havza geçirimsiz yüzey yoğunluğunun %89.63 olduğu K21 (6.77 ton/ha) alt havzasıdır. Geçirimsiz alanlar içindeki yeşil alanlara ait toprak üstü biyokütle bu karbon tutumunu gerçekleştirmektedir. Arazide kullanımının %93.27’sinin yapraklı orman alanı olduğu K17 (151.96 ton/ha) alt havzası toprak üstü biyokütle karbon tutumunu en fazla gerçekleştiren alt havzadır (Tablo 4.17).

Tablo 4.17: Alt havzaların toprak üstü biyokütle karbon tutumları.

Alt havza	Toprak üstü biyokütle karbon tutumu (ton/ha)	Alt havza	Toprak üstü biyokütle karbon tutumu (ton/ha)	Alt havza	Toprak üstü biyokütle karbon tutumu (ton/ha)
S1	21.07	K10	113.34	A19	67.65
S2	31.26	A11	114.79	A20	57.33
S3	34.60	A12	112.84	K21	6.77
S4	29.35	A13	143.81	K22	96.46
A5	92.82	A14	107.33	K23	94.38
S6	15.76	A15	86.19	K24	18.76
A7	87.69	K16	143.45	K25	112.70
A8	74.15	K17	151.96	K26	126.82
S9	128.19	K18	149.88	K27	105.01

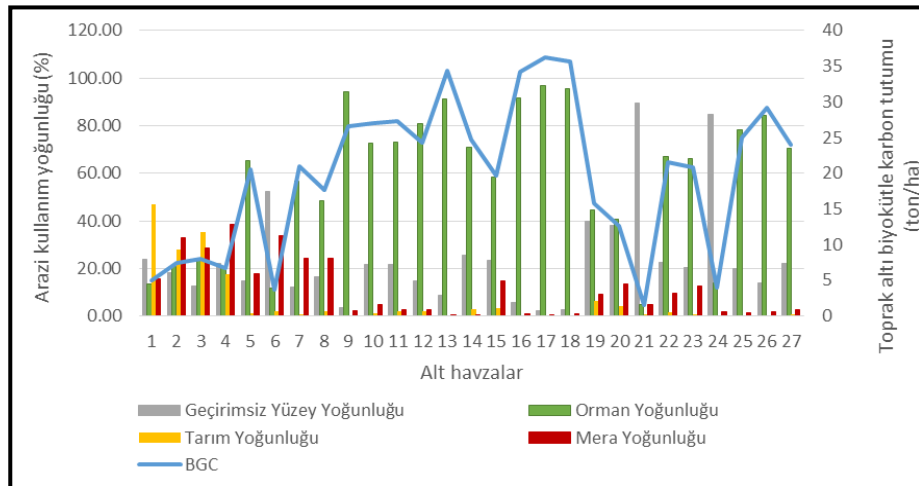
Geçirimsiz alan yoğunluğunun fazla olduğu havzalar haricinde toprak üstü biyokütle karbon tutumunun en düşük olduğu alt havza, alanının %46.93’ünün tarım alanı ve %15.50’sinin mera alanı olduğu S1 (21.07 ton/ha) alt havzasıdır. Toprak üstü biyokütle karbon tutumunun en fazla gerçekleştiği ikinci alt havza ise alanının %90.94’ünün yapraklı orman alanı olduğu K18 (149.88 ton/ha) alt havzasıdır.

Yapraklı orman alanlarında toprak altı biyokütle karbon tutumu diğer arazi kullanımlarına göre daha fazladır (Şekil 4.22).



Şekil 4.22: Arazi kullanımlarına göre hesaplanan toprak altı biyokütle karbon tutumu.

Alt havzaların arazi kullanımlarına göre toprak altı biyokütle karbon tutumları Şekil 4.23'te verilmiştir.



Şekil 4.23: Alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre toprak altı karbon tutumu.

Alt havzalar için toprak altı biyokütle karbon tutumunun en düşük olduğu alt havza geçirimsiz yüzey yoğunluğunun %89.63 olduğu K21 (1.49 ton/ha) alt havzasıdır.

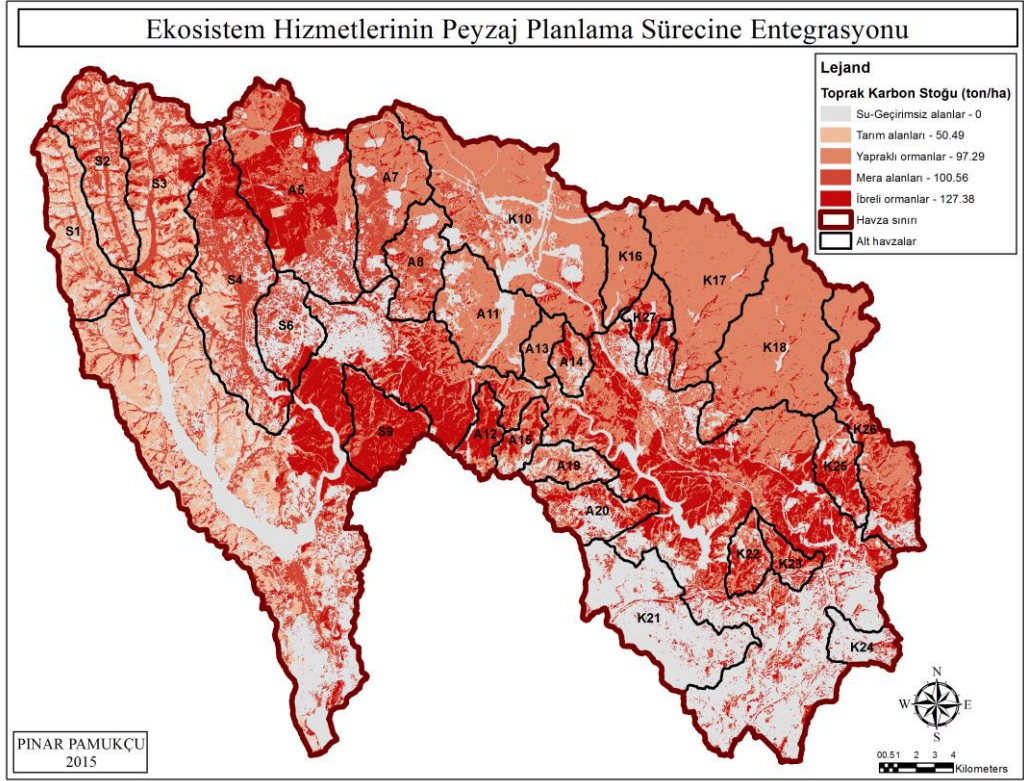
Geçirimsiz alanlar içindeki yeşil alanlara ait toprak altı biyokütle bu karbon tutumunu gerçekleştirmektedir. Arazi kullanımının %93.27'sinin yapraklı orman alanı olduğu *K17* (36.25 ton/ha) alt havzası toprak altı biyokütle karbon tutumunu en fazla gerçekleştiren alt havzadır (Tablo 4.18).

Tablo 4.18: Alt havzaların toprak altı biyokütle karbon tutumları.

Alt havza	Toprak altı biyokütle karbon tutumu (ton/ha)	Alt havza	Toprak altı biyokütle karbon tutumu (ton/ha)	Alt havza	Toprak altı biyokütle karbon tutumu (ton/ha)
S1	5.00	K10	26.98	A19	15.76
S2	7.47	A11	27.36	A20	12.57
S3	7.98	A12	24.23	K21	1.49
S4	6.74	A13	34.37	K22	21.50
A5	20.50	A14	24.79	K23	20.83
S6	3.63	A15	19.64	K24	3.95
A7	20.97	K16	34.16	K25	24.94
A8	17.60	K17	36.25	K26	29.23
S9	26.54	K18	35.69	K27	23.98

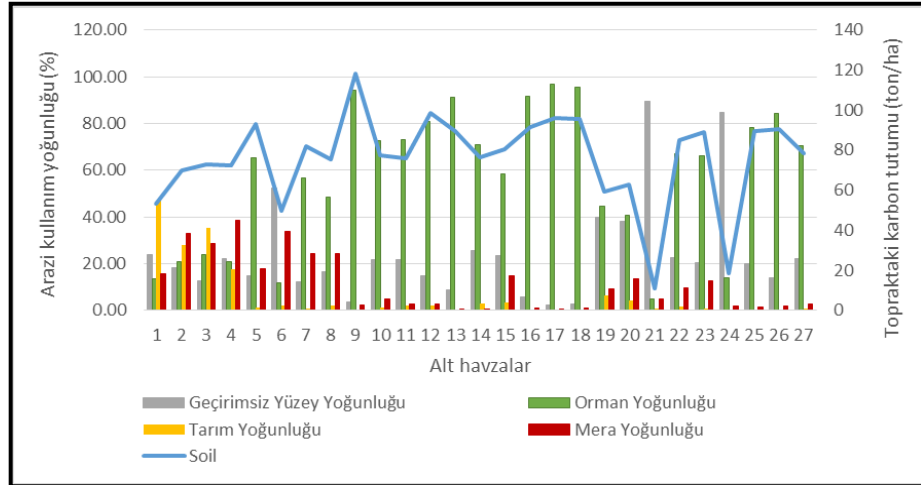
Geçirimsiz alan yoğunluğunun fazla olduğu havzalar haricinde toprak altı biyokütle karbon tutumunun en düşük olduğu alt havza, alanının %46.93'ünün tarım alanı ve %15.50'sinin mera alanı olduğu *S1* (5.00 ton/ha) alt havzasıdır. Toprak altı biyokütle karbon tutumunun en fazla gerçekleştiği ikinci alt havza ise alanının %90.94'ünün yapraklı orman alanı olduğu *K18* (35.69 ton/ha) alt havzasıdır.

İbrelili orman alanlarında topraktaki karbon tutumu diğer arazi kullanımlarına göre daha fazladır (Şekil 4.24).



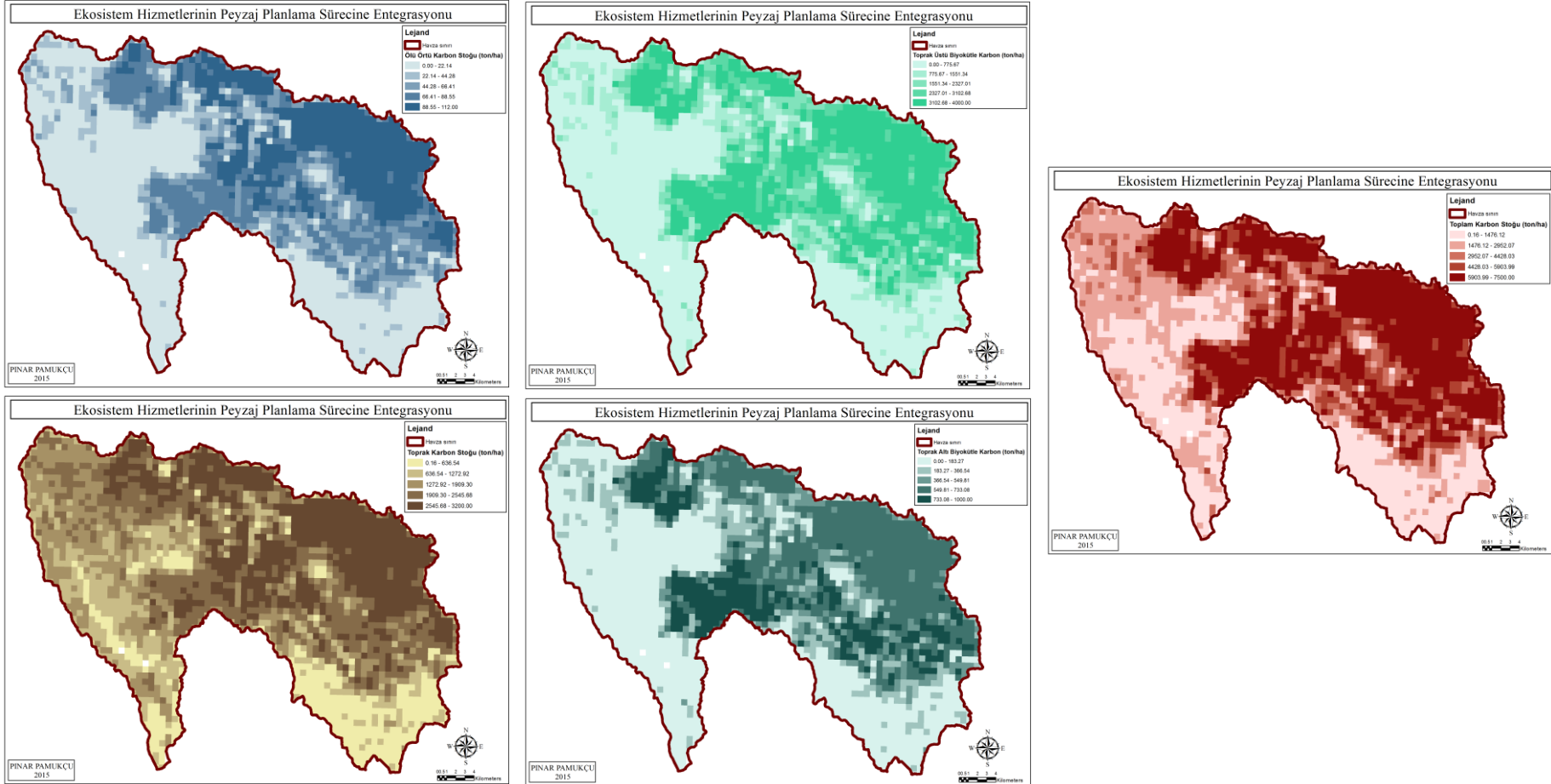
Şekil 4.24: Arazi kullanımlarına göre hesaplanan topraktaki karbon tutumu.

Alt havzaların arazi kullanımlarına göre topraktaki karbon tutumları Şekil 4.25'te verilmiştir.



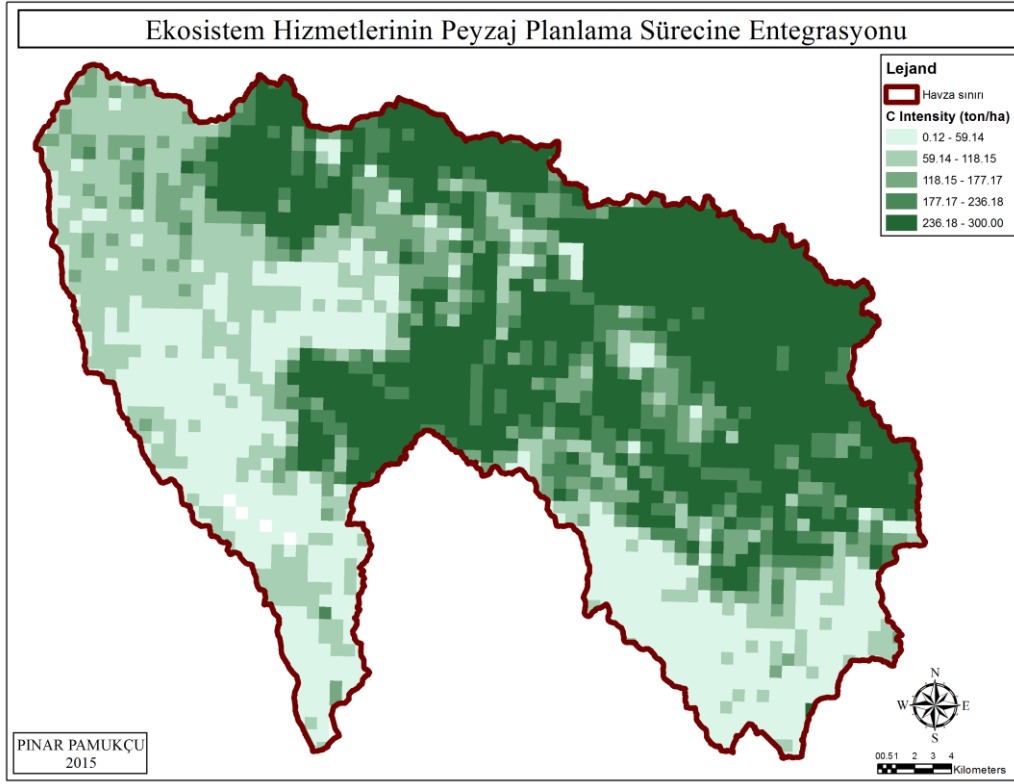
Şekil 4.25: Alt havzaların arazi kullanım yoğunluklarına göre toprak karbon tutumu.

Alt havzalar için toprak karbon tutumunun en düşük olduğu alt havza geçirimsiz yüzey yoğunluğunun %89.63 olduğu K21 (11.15 ton/ha) alt havzasıdır. Geçirimsiz alanlar içindeki yeşil alanlara ait topraklar bu karbon tutumunu gerçekleştirmektedir. Arazi kullanımının %80.39'unun ibrelî orman alanı olduğu S9 (118.38 ton/ha) alt havzası toprak karbon tutumunu en fazla gerçekleştiren alt havzadır (Tablo 4.19).



Şekil 4.27: Geçirimsiz yüzey yoğunluğuna göre hesaplanan karbon tutumları.

Geçirimsiz yüzey yoğunluğuna göre belirlenen karbon tutum yoğunluğu haritası ise Şekil 4.28’de verilmiştir.



Şekil 4.28: Gridlere göre karbon yoğunluğu.

Çalışma alanının gridlere bölünerek ve gridlerin geçirimsiz yüzey yoğunlukları hesaplanarak, çalışmanın önceki kısmında belirlenen karbon tutum değerlerinin kullanılması ile hesaplanan geçirimsiz yüzey yoğunluğuna göre karbon tutum değerleri Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20: Farklı kentleşme yoğunlukları için hesaplanmış karbon tutumları.

Geçirimsiz alan yoğunluk sınıfı	Geçirimsiz alan yoğunluğu (%)	\bar{X} (ton C /ha)	σ (ton C /ha)	Örnek sayısı
1	20 <	78.16	74.19	1145
2	40 <	51.90	41.85	697
3	60 <	32.06	25.32	438
4	80 <	17.27	13.73	258

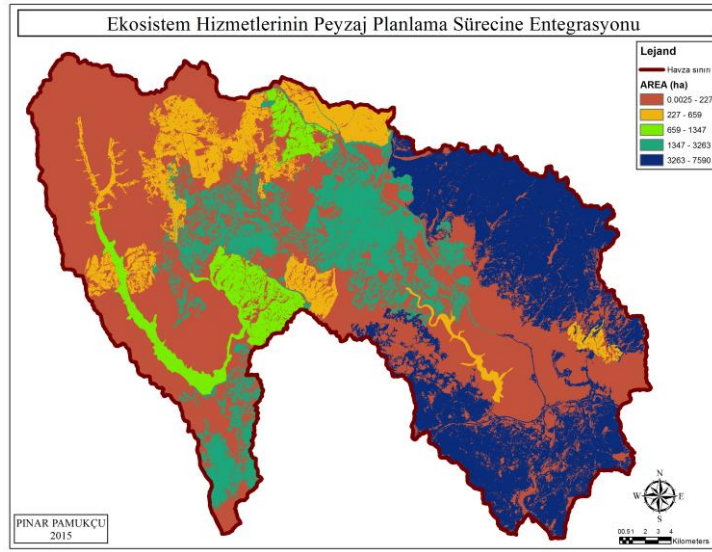
Geçirimsiz alan yoğunluğu aynı zamanda farklı kentleşme yoğunlukları için de fikir vermektedir. Yapılan hesaplamalara göre bir grid için %20’den fazla geçirimsiz yüzey içeriyorsa diğer bir deyişle kentleşme yoğunluğu %20’den fazla ise %80’den fazla geçirimsiz yüzey içeren bir gridden yaklaşık %77.90 fazla karbon tutumu gerçekleştirmektedir.

4.4. ÇALIŞMA ALANININ PEYZAJ STRÜKTÜRÜ

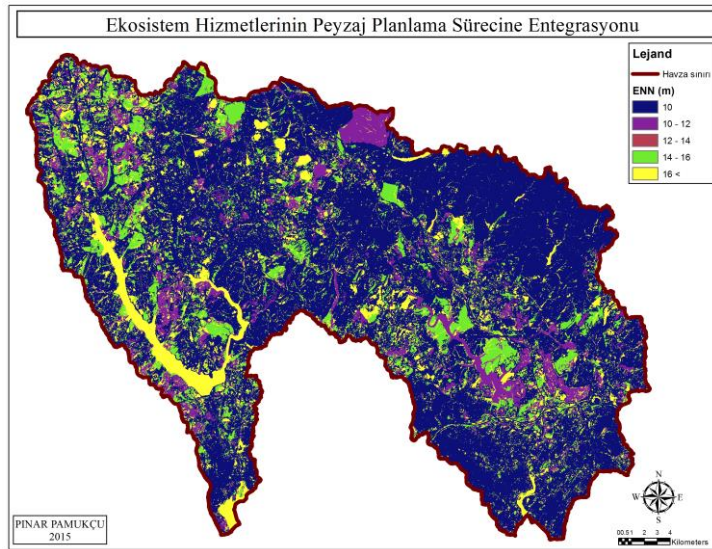
Çalışma alanının peyzaj strüktürü ünite ve sınıf düzeyinde seçilen alan ve kümelenme metrikleri ile incelenmiştir. Değerlendirilen metriklere dair bulgular aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

4.4.1. Ünite Düzeyinde Peyzaj Metriklerine Dair Bulgular

Çalışma alanı için ünite düzeyinde alan-kenar metriklerinden alan (AREA) dağılımı Şekil 4.29'da ve kümelenme metriklerinden en yakın komşunun mesafesi (ENN) Şekil 4.30'da gösterilmiştir.



Şekil 4.29: Ünite düzeyinde alan dağılımı.



Şekil 4.30: Ünite düzeyinde en yakın komşu mesafesi.

Diğer ünitelere göre daha büyük alanlara sahip olan üniteler, çalışma alanının kuzeydoğusu ile güneydoğusunda bulunmaktadır. Alanın orta kısmı orta büyüklükte ünitelere sahip, küçük alanlara sahip üniteler ise alanın sol kısmında ağırlıklı olarak tüm alana dağılmıştır. En yakın komşunun mesafesi ise kümelenme indekslerinden izolasyonu ölçen yani bir ünitenin kendi özelliklerine sahip diğer ünitelerden olan uzaklığını gösteren bir metriktir. Ünite düzeyinde bakıldığında çalışma alanında bu mesafelerin genelde birbirlerine yakın olduğu dolayısıyla aynı özelliklere sahip ünitelerin çalışma alanı içerisinde homojen bir dağılım gösterdiği görülmektedir.

4.4.2. Sınıf Düzeyinde Peyzaj Metriklerine Dair Bulgular

Çalışma alanında sınıf düzeyinde her arazi kullanımı için alan-kenar metriklerinden peyzaj yüzdesi (PLAND) ve en büyük ünite indeksi (LPI) ile kümelenme metriklerinden ünite yoğunluğu (PD), ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN) ve kümelenme indeksi (AI) hesaplanmıştır.

4.4.2.1. Alan-kenar metrikleri bakımından bulgular

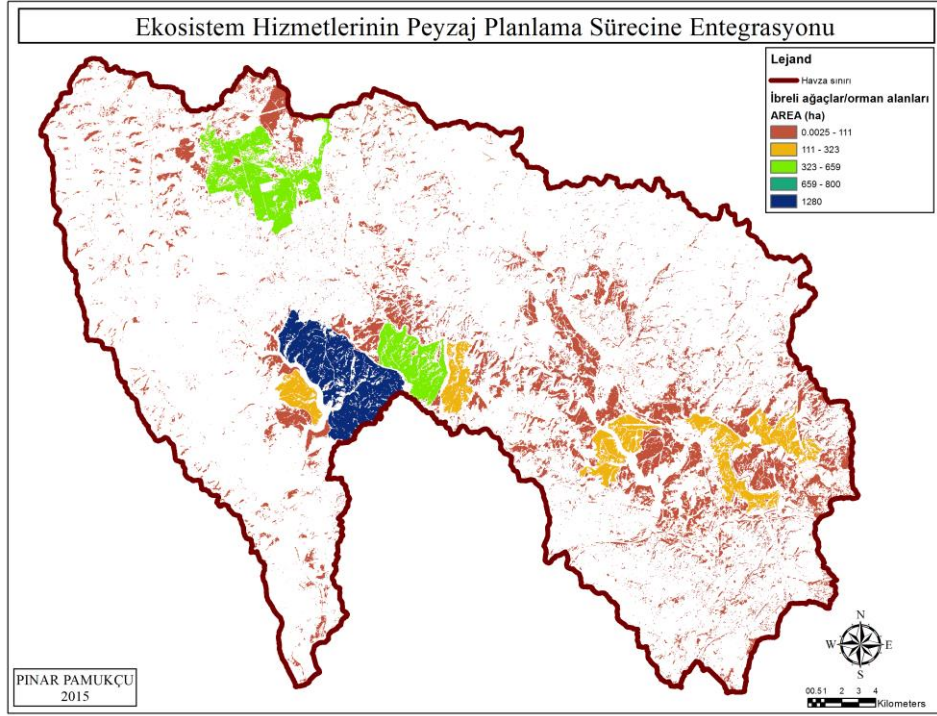
Arazi kullanımları için değerlendirilen sınıf düzeyinde alan-kenar metriklerinden sınıf toplam alanı (CA), peyzaj yüzdesi (PLAND) ve en büyük ünite indeksine (LPI) ait bulgular Tablo 4.21’de verilmiştir.

Tablo 4.21: Arazi kullanımlarında değerlendirilen sınıf düzeyinde alan-kenar metrikleri.

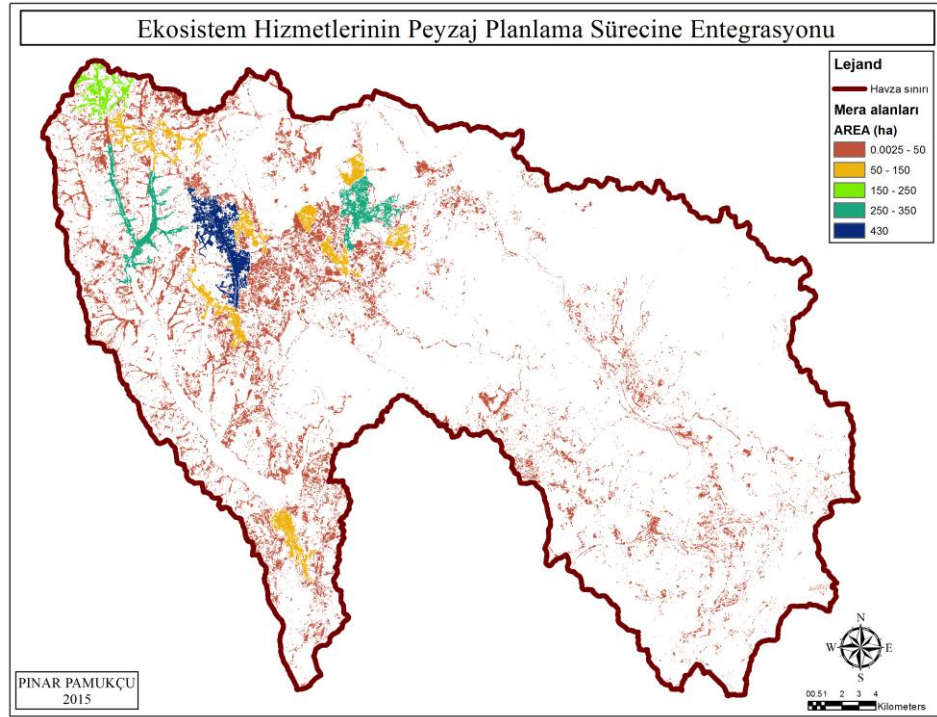
Arazi kullanımları	CA (ha)	PLAND (%)	LPI (%)
İbrelili ağaçlar/orman alanları	10326	17.76	2.20
Mera alanları	7049	12.13	0.74
Yapraklı ağaçlar/orman alanları	17701	30.45	13.06
Tarım alanları	5510	9.48	0.47
Geçirimsiz alanlar	15649	26.91	10.64
Su yüzeyleri	1864	3.21	1.76

İbrelili ağaçlar/ormanlar çalışma alanının %17.76’sını kaplamaktadır. Bu arazi kullanımı için en büyük ünite 1280 ha lık bir alana yayılmıştır. Hesaplanan LPI ise %2.20 dir (Şekil 4.31).

Mera alanları tüm alanın %12.13’ünü kaplarken, mera alanlarına ait en büyük ünite 430 ha dır (Şekil 4.32). En büyük ünite çalışma alanının yaklaşık %0.74’ünü kaplamaktadır.

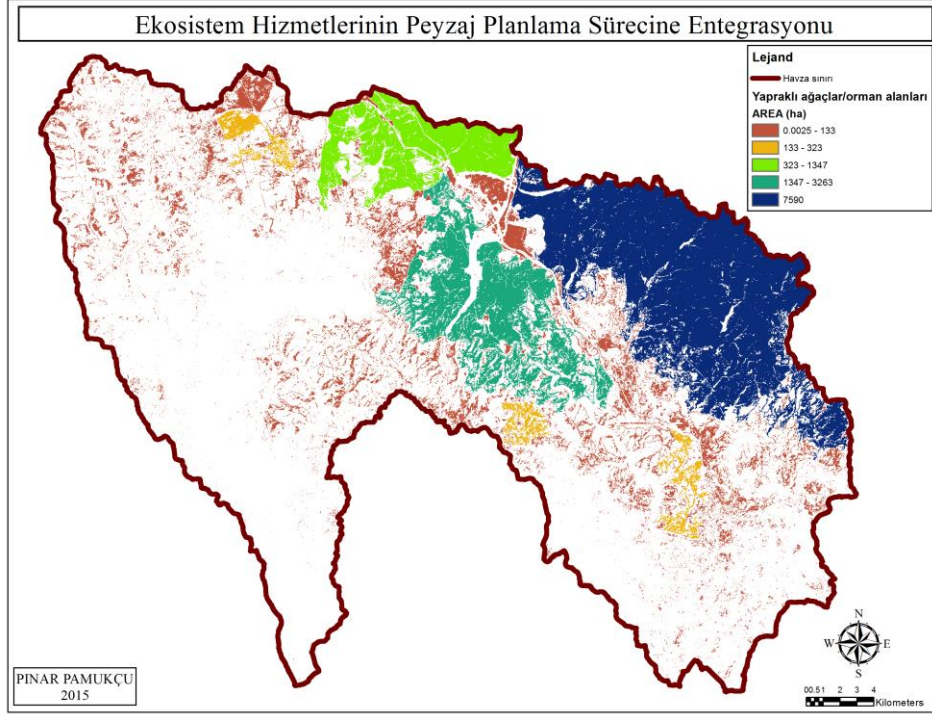


Şekil 4.31: İbrelî ağaçlar/orman alanları alan dağılımı.



Şekil 4.32: Mera alanları alan dağılımı.

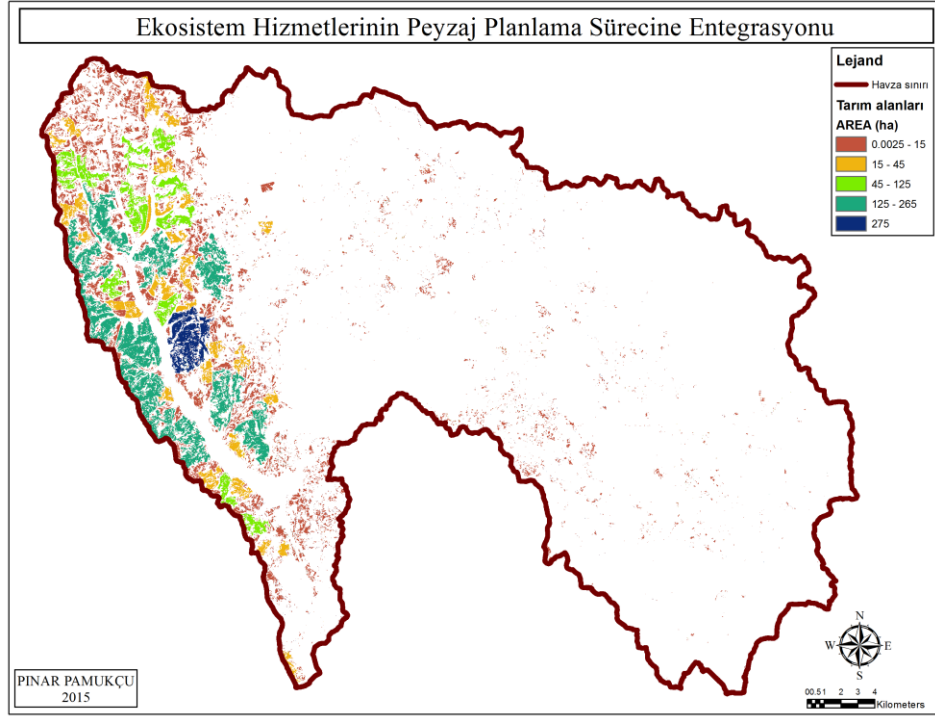
Çalışma alanının peyzaj strüktürüne ilişkin peyzaj desen metrikleri ile yapılan çalışmada altı arazi kullanımı içerisinde geniş yapraklı ağaçlar/ormanlar en fazla alanı (%30.45) kaplayan arazi kullanımındır. Bir sınıftaki en büyük ünite alanının toplam peyzaj alanına bölünmesi ile elde edilen LPI çalışma alanında en fazla yapraklı ağaçlar/orman alanlarında (%13.06) bulunmaktadır. En büyük ünite alanı 7590 m ile alanın kuzeydoğusunda bulunmaktadır (Şekil 4.33).



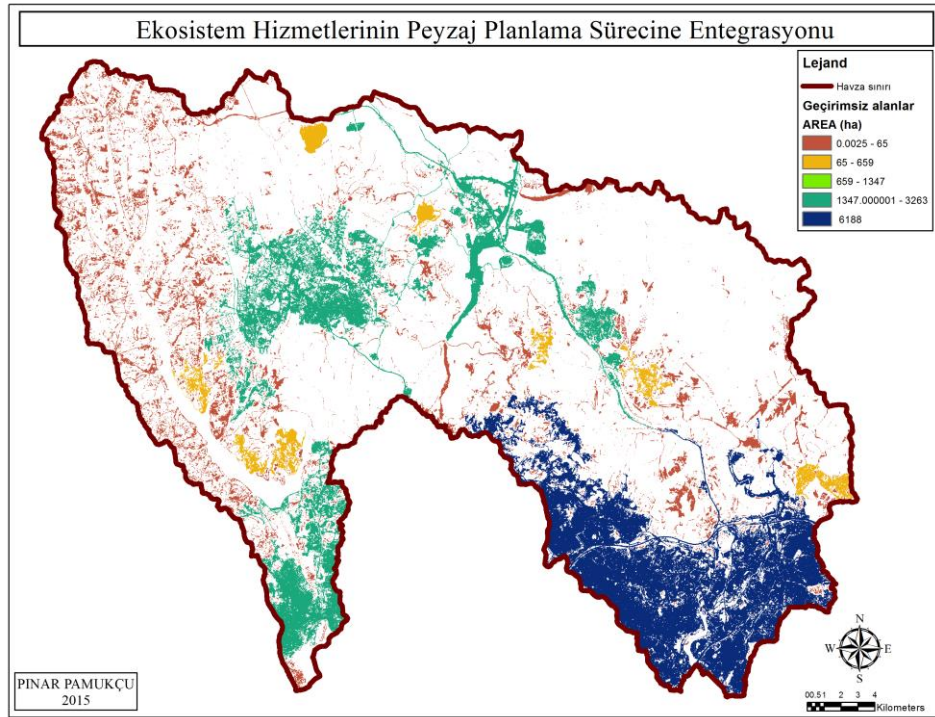
Şekil 4.33: Yapraklı ağaçlar/orman alanları alan dağılımı.

Tarım alanları, çalışma alanının %9.48'ini kaplamaktadır. Tarım alanlarındaki en büyük ünite 275 ha lık bir alanı (tüm alanın %0.47'si) kaplamaktadır (Şekil 4.34).

Yapraklı ağaçlar/orman alanlarını alansal büyüklük olarak geçirimsiz yüzeyler izlemektedir. Alanın %26.91'ini kaplayan geçirimsiz alanlar için en büyük geçirimsiz alan ünitesi (6188 ha) çalışma alanının güneydoğusunda bulunmaktadır (Şekil 4.35).

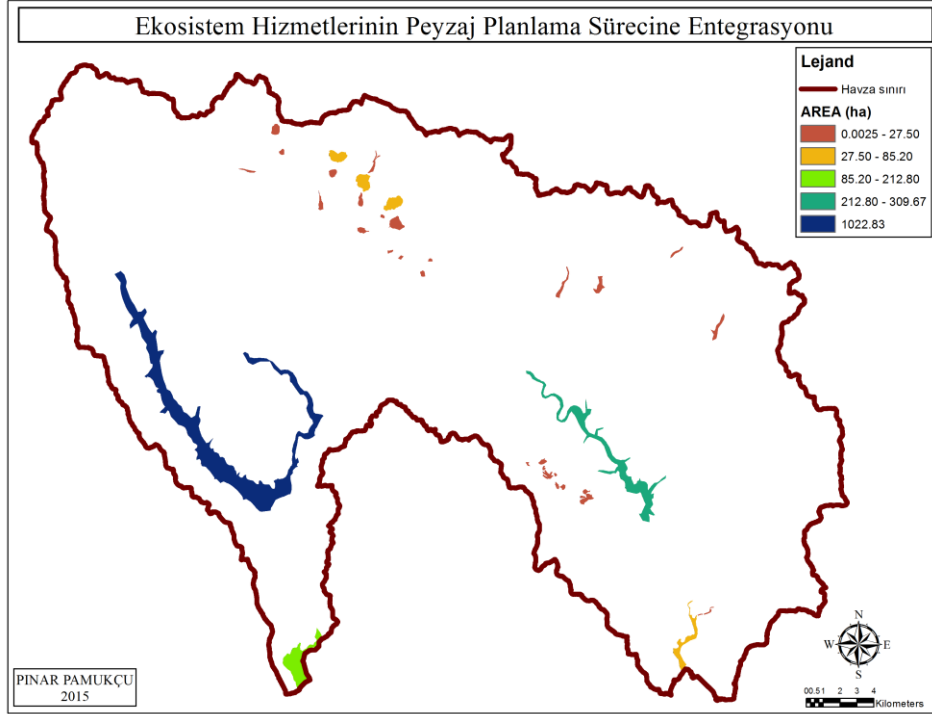


Şekil 4.34: Tarım alanları alan dağılımı.



Şekil 4.35: Geçirimsiz alanlar alan dağılımı

Su yüzeyleri ise çalışma alanı içerisinde en az alanı (%3.21) kaplayan arazi kullanımıdır (Şekil 4.36).



Şekil 4.36: Su yüzeyleri alan dağılımı.

Su yüzeyleri için en büyük ünite Alibeyköy Barajı'nın 1022.83 ha lık alanını kapsayan ünedir. Bu ünite tüm çalışma alanının %1.76 sını kaplamaktadır.

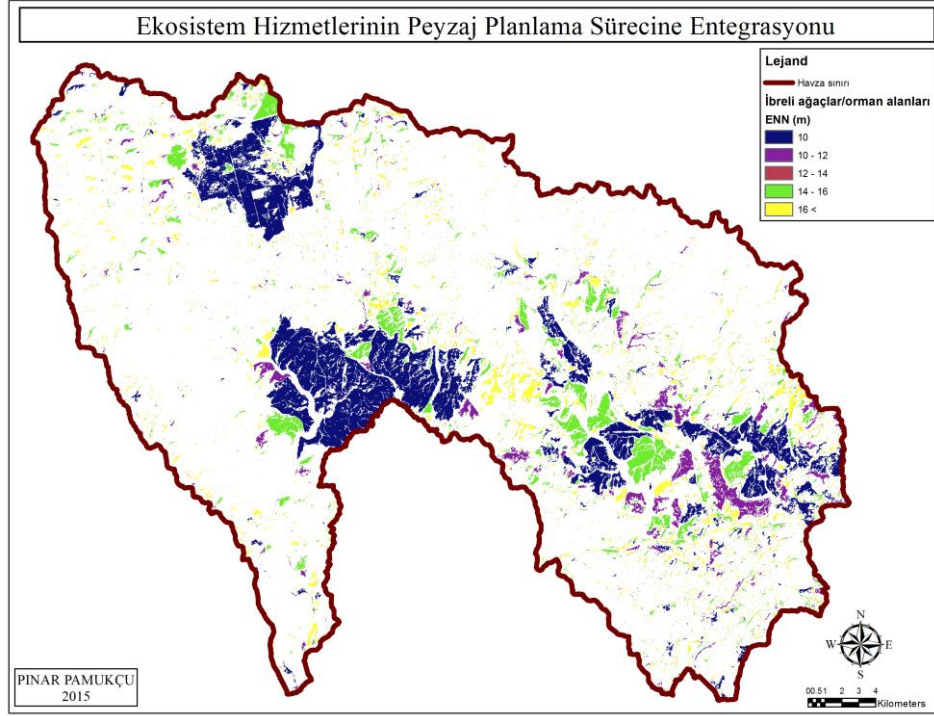
4.4.2.2. Kümelenme metrikleri bakımından bulgular

Arazi kullanımları için değerlendirilen sınıf düzeyinde kümelenme metriklerinden ünite sayısı (NP), ünite yoğunluğu (PD), ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN) ve kümelenme indeksin (AI) ait bulgular Tablo 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.22: Arazi kullanımlarında kümelenme metrikleri.

Arazi kullanımları	NP (adet)	PD (adet/km ²)	ENN_MN (m)	AI (%)
İbrelî ağaçlar/orman alanları	15803	27.18	40.16	93.78
Mera alanları	21781	37.47	29.90	89.58
Yapraklı ağaçlar/orman alanları	18414	31.67	32.54	95.07
Tarım alanları	7271	12.51	47.17	92.36
Geçirimsiz alanlar	13740	23.63	31.71	94.29
Su yüzeyleri	41	0.07	607.71	98.81

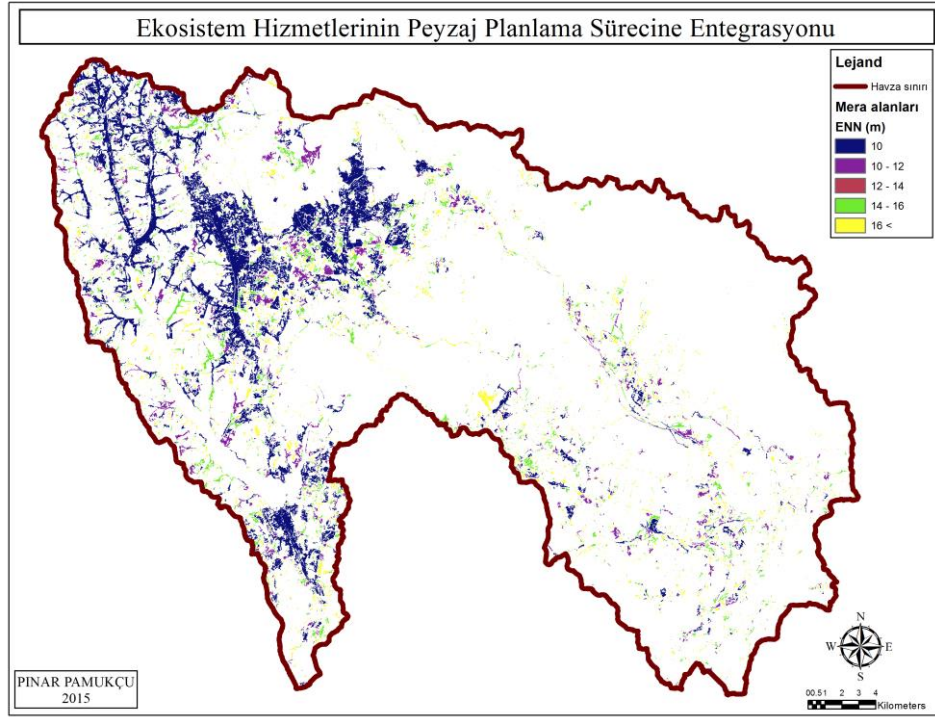
İbrelî ağaçlar/orman alanı ise çalışma alanında 15803 üniteye sahiptir. 1 km² ye düşen ibrelî ağaçlar/orman alanı ünite sayısı 27.18'dir. Ortalama en yakın komşunun mesafesi 40.16 m dir (Şekil 4.37). Kümelenme ise %93.78 dir.



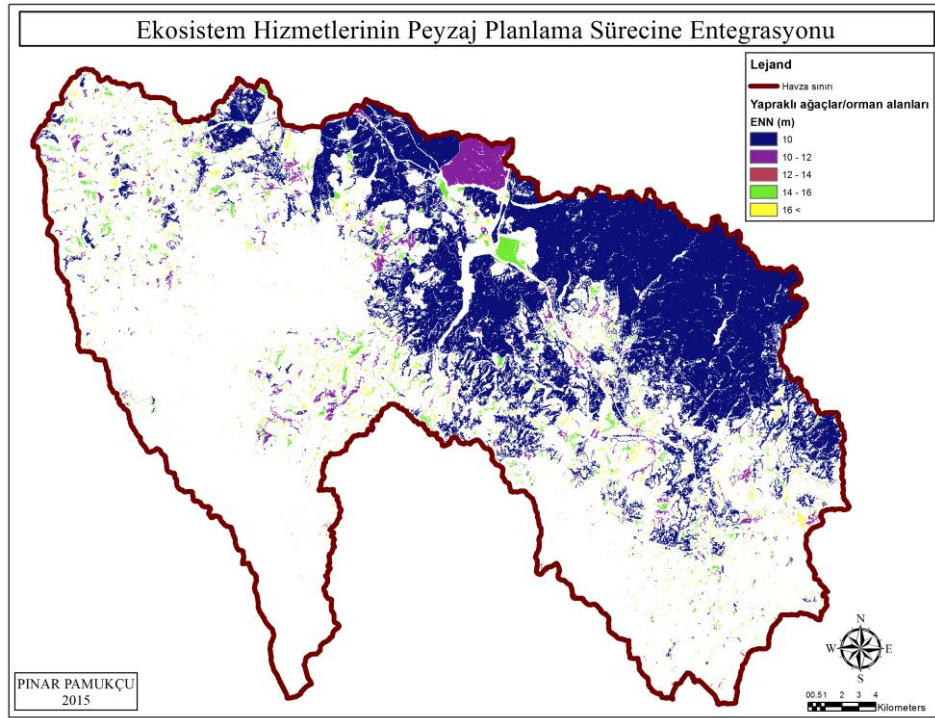
Şekil 4.37: İbrelî ağaçlar/orman alanları ortalama en yakın komşunun mesafesi.

Mera alanları ise çalışma alanında en fazla üniteye sahip olan (21781 tane) arazi kullanımınıdır. Diğer arazi kullanımlarına göre daha fazla olan ünite yoğunluğuna bakıldığında çalışma alanında 1 km² de 37.47 tane mera alanını temsil eden ünite görülmektedir. Ünite sayısının fazla olması fragmantasyonun fazla olduğunu göstermektedir. En yakın komşu ünitelerin birbirleriyle mesafesi en az mera alanlarındadır (Şekil 4.38). Bu da çalışma alanı içerisinde en fazla ünite sayısına sahip olan mera alanlarının diğer arazi kullanımlarına göre daha fazla dağıldığını, dolayısıyla kümelenmenin az olduğunu göstermektedir. Nitekim mera alanlarında %89.58 olan kümelenme indeksi (AI) diğer arazi kullanımlarına göre daha azdır.

Yapraklı ağaçlar/orman alanı çalışma alanında 18414 üniteye sahiptir. 1 km² ye düşen ünite sayısı 31.67'dir. Ortalama en yakın komşunun mesafesi 32.54 m dir (Şekil 4.39). Kümelenme de diğer arazi kullanımlarına göre en fazladır.

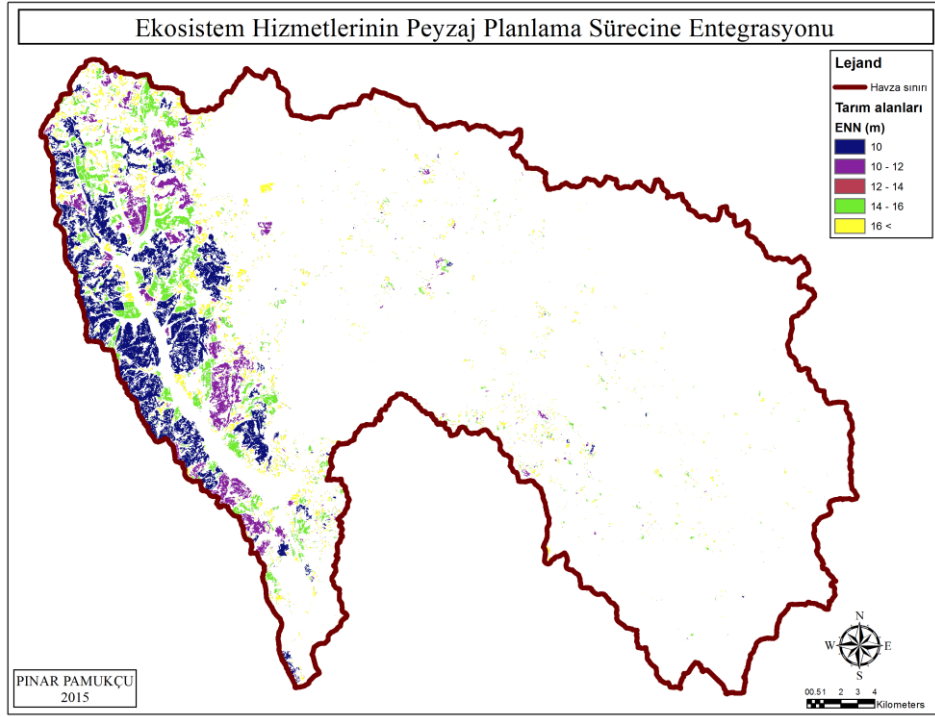


Şekil 4.38: Mera alanlarının ortalama en yakın komşunun mesafesi.



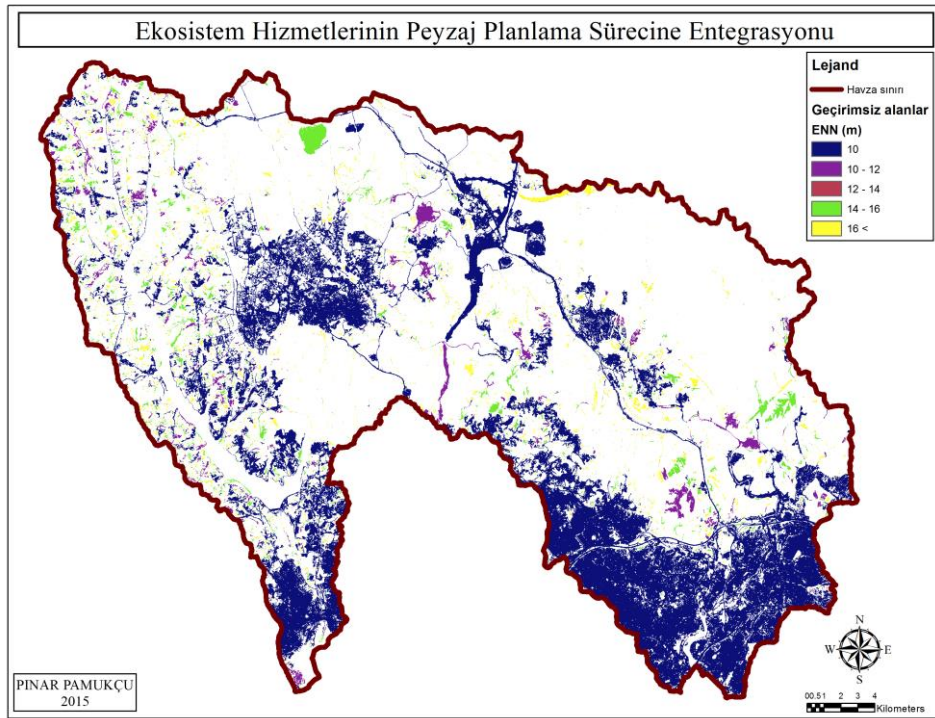
Şekil 4.39: Yapraklı ağaçlar/orman alanları ortalama en yakın komşunun mesafesi.

Çalışma alanındaki tarım alanları 7271 üniteye sahiptir. 1 km² ye düşen tarım alanı ünite sayısı 12.51'dir. Ortalama en yakın komşunun mesafesi 47.17 m dir (Şekil 4.40). Kümelenme ise %92.36 dır.



Şekil 4.40: Tarım alanları ortalama en yakın komşunun mesafesi.

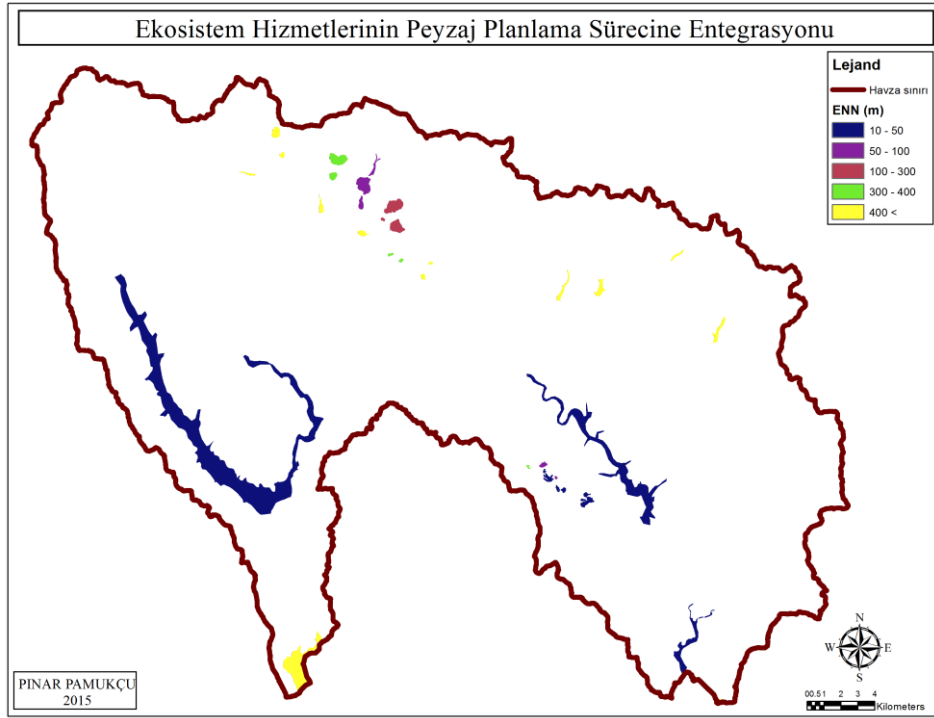
Geçirimsiz alanların en yakın komşunun mesafesi ünite düzeyinde 10 ila 16 m arasında değişmektedir (Şekil 4.41).



Şekil 4.41: Geçirimsiz alanlarda ortalama en yakın komşunun mesafesi.

Geçirimsiz alanlar için en yakın komşunun mesafesi sınıf düzeyinde hesaplandığında ortalama en yakın komşunun mesafesi 31.71 m dir. Geçirimsiz alanlar çalışma alanında 13740 üniteye sahiptir. 1 km² ye düşen geçirimsiz alan ünite sayısı 23.63'tür.

Su yüzeyleri için ortalama en yakın komşunun mesafesine bakıldığında su yüzeyleri ünitelerinin diğer arazi kullanımlarının birbirinden olan ortalama mesafelerine göre birbirinden en uzak olduğu (Şekil 4.42) hesaplanmıştır.



Şekil 4.42: Su yüzeylerinde ortalama en yakın komşunun mesafesi.

Su yüzeyleri çalışma alanında en az üniteye (41 tane) ve en az ünite yoğunluğuna sahip olan arazi kullanımıdır. Yani 1 km² ye düşen su yüzeyi ünite sayısı diğer alanlara göre daha azdır.

4.5. PEYZAJ STRÜKTÜRÜNÜN EKOSİSTEM HİZMETLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Çalışma alanı arazi kullanımları (yapraklı ormanlar, ibrelili ormanlar, tarım alanları, mera alanları ve geçirimsiz alanlar) için sayısallaştırılan ekosistem hizmetleri (su üretim hizmeti, toprak koruma hizmeti ve karbon tutumu hizmeti) peyzaj desen metrikleri ile değerlendirilmiş, bulgular ise istatistiki olarak ortaya konmuş; aynı zamanda mekânsal olarak da haritalar üzerinde gösterilmiştir.

27 alt havza ise korelasyonları bulma ve birbirleriyle karşılaştırma için kullanılan doğrulama havzaları olarak ele alınmış, peyzaj strüktürünün ekosistem hizmetleri üzerindeki etkiler yine alt havzalar kullanılarak haritalar üzerinde gösterilmiştir. Sınıf düzeyinde hesaplanan indeksler aynı zamanda alt havzalar ile istatistiki ve mekânsal olarak incelenmiştir.

Arazi kullanımlarına göre hesaplanan ekosistem hizmetlerinin peyzaj strüktürü ile birlikte değerlendirilmesi amacıyla hesaplanan metriklere ait istatistiki veriler Tablo 4.23'te gösterilmiştir.

Tablo 4.23: Değerlendirilen metriklerin istatistiki verileri.

Değerlendirilen sınıf metriği	Ortalama (n=27)	Minimum (n=27)	Maksimum (n=27)	Standart sapma (n=27)
Peyzaj yüzdesi (PLAND) – (%)				
- Yapraklı orman alanları	38.87	0.90	93.27	29.23
- Mera alanları	11.23	0.09	38.67	11.96
- Tarım alanları	6.12	0.01	46.94	12.10
- İbrelî orman alanları	18.80	2.12	80.39	18.55
- Geçirimsiz alanlar	24.15	2.18	89.59	21.36
Ünite yoğunluğu (PD) – (100 ha'daki adet)				
- Yapraklı orman alanları	35.76	3.17	77.65	21.66
- Mera alanları	35.92	2.35	79.79	25.26
- Tarım alanları	14.79	0.32	49.90	13.31
- İbrelî orman alanları	30.11	6.24	69.96	13.54
- Geçirimsiz alanlar	24.39	5.37	61.75	16.24
En büyük ünite indeksi (LPI) – (%)				
- Yapraklı orman alanları	26.66	0.05	92.22	30.84
- Mera alanları	2.85	0.03	15.52	4.32
- Tarım alanları	1.08	0.01	9.90	2.34
- İbrelî orman alanları	9.35	0.24	76.99	17.00
- Geçirimsiz alanlar	15.09	0.55	89.27	23.11
Ortalama en yakın komşu mesafesi (ENN_MN) – (m)				
- Yapraklı orman alanları	29.58	18.13	66.08	10.44
- Mera alanları	49.53	21.17	218.34	43.08
- Tarım alanları	190.99	23.68	2629.77	503.10
- İbrelî orman alanları	43.07	21.37	77.77	12.81
- Geçirimsiz alanlar	42.79	15.32	103.37	22.31
Kümelenme indeksi (AI) – (%)				
- Yapraklı orman alanları	90.41	72.13	99.12	7.49
- Mera alanları	86.05	76.02	93.79	4.94
- Tarım alanları	84.31	74.34	93.53	4.92
- İbrelî orman alanları	90.41	82.41	97.68	4.37
- Geçirimsiz alanlar	92.42	87.13	98.49	2.81

27 alt havza için yapraklı orman alanları diğer alan kullanımlarına göre daha fazladır. En az alan kullanımı ise tarım alanlarıdır. En büyük ünite indeksleri de her iki alan kullanımı için alan kullanımı yoğunluğuna paralellik göstermektedir. Alt havzalara ünite yoğunluğu açısından bakıldığında mera alanlarının diğer alanlara göre kilometre başına düşen ünite sayısının daha fazla olduğu görülmektedir. Dolayısıyla mera alanlarında

fragmantasyon diğer alanlara göre fazladır. Alt havzalar için kümelenme en fazla geçirimsiz alanlarda, en yakın komşu ünitelerin birbirleriyle mesafesi en az yapraklı orman alanlarındadır.

Su kalitesi hariç diğer sayısallaştırılan ekosistem hizmetleri için 27 alt havzanın istatistiki değerlendirmeleri yapılmıştır. Ancak su kalitesi için ölçülen fiziksel su parametreleri 12 alt havzada değerlendirilmiştir. Tablo 4.24'te ölçüm yapılan havzalar için değerlendirilen metriklerin istatistiki verileri verilmiştir.

Tablo 4.24: Fiziksel su kalite parametreleri için değerlendirilen metriklerin istatistiki verileri.

Değerlendirilen sınıf metriği	Ortalama (n=12)	Minimum (n=12)	Maksimum (n=12)	Standart sapma (n=12)
Peyzaj yüzdesi (PLAND) – (%)				
- Yapraklı orman alanları	50.20	6.53	93.27	31.15
- Mera alanları	11.95	0.62	38.67	12.56
- Tarım alanları	6.38	0.04	46.94	13.66
- İbrelili orman alanları	12.91	3.08	37.64	11.01
- Geçirimsiz alanlar	16.61	2.18	38.25	10.48
Ünite yoğunluğu (PD)				
- Yapraklı orman alanları	27.64	3.17	58.05	19.64
- Mera alanları	31.31	3.43	79.79	25.36
- Tarım alanları	12.95	0.71	32.48	12.47
- İbrelili orman alanları	28.04	15.11	46.69	10.13
- Geçirimsiz alanlar	22.31	5.67	61.75	16.88
En büyük ünite indeksi (LPI)				
- Yapraklı orman alanları	36.47	0.80	92.22	36.45
- Mera alanları	3.58	0.05	15.52	5.34
- Tarım alanları	1.50	0.01	9.90	3.19
- İbrelili orman alanları	4.43	0.24	19.76	5.95
- Geçirimsiz alanlar	8.52	0.55	31.43	8.93
Ortalama en yakın komşu mesafesi (ENN MN)				
- Yapraklı orman alanları	26.88	18.13	38.64	5.39
- Mera alanları	48.71	23.45	156.62	37.07
- Tarım alanları	120.76	23.68	366.10	100.45
- İbrelili orman alanları	44.16	30.08	58.30	9.42
- Geçirimsiz alanlar	50.46	25.00	103.37	25.37
Kümelenme indeksi (AI)				
- Yapraklı orman alanları	93.62	85.07	99.12	5.31
- Mera alanları	86.90	79.58	93.79	5.16
- Tarım alanları	83.97	74.34	93.22	5.60
- İbrelili orman alanları	89.52	84.89	95.95	3.86
- Geçirimsiz alanlar	92.15	89.47	95.32	1.92

12 alt havza için yapraklı orman alanları diğer alan kullanımlarına göre daha fazladır. En az alan kullanımı ise tarım alanlarıdır. En büyük ünite indeksleri de her iki alan kullanımı için alan kullanımı yoğunluğuna paralellik göstermektedir. Alt havzalara ünite yoğunluğu açısından bakıldığında mera alanlarının diğer alanlara göre kilometre başına düşen ünite sayısının daha fazla olduğu görülmektedir. Alt havzalar için kümelenme en

fazla yapraklı orman alanlarındadır. Yine yapraklı orman alanlarında en yakın komşu ünitelerin birbirleriyle mesafesi diğer alt havzalara göre en azdır.

4.5.1. Peyzaj Strüktürünün Su Üretim Hizmetine Etkileri

Çalışma alanının peyzaj strüktürünün su üretim hizmeti üzerindeki etkilerinin bulunabilmesi amacıyla; su verimi, su kalitesi ve sel-taşkın önleme alt hizmetleri seçilen peyzaj desen metrikleri ile değerlendirilmiştir.

4.5.1.1. Peyzaj strüktürünün su verimi ile ilişkisi

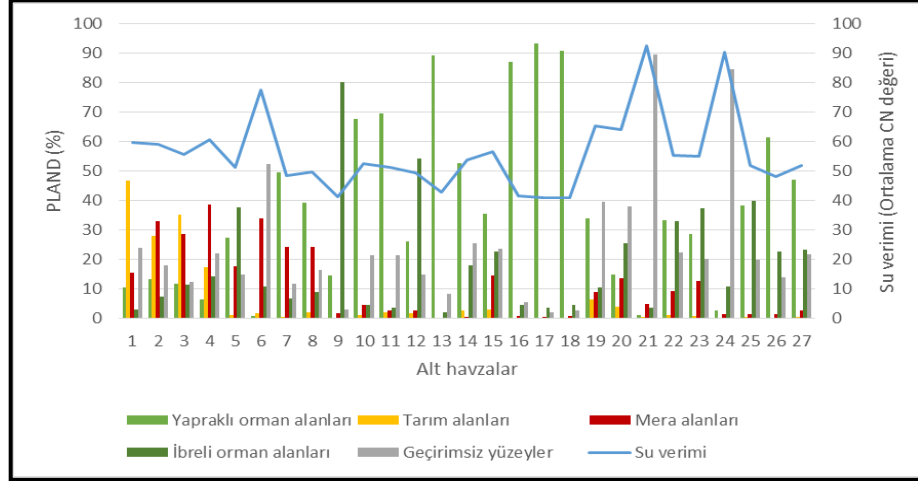
27 alt havza için farklı arazi kullanımlarında hesaplanan su verimi değerleri ile hesaplanan peyzaj desen metrikleri arasındaki korelasyonlar bulunmuştur. Değerlendirilen peyzaj desen metrikleri ile su verimi değerleri arasında bulunan korelasyonlar Tablo 4.25'te verilmiştir.

Tablo 4.25: Su verimi değerleri ve sınıf metrikleri arasındaki korelasyon.

Sınıf metriği	Arazi kullanımları	Su verimi (Ortalama CN değeri)
Peyzaj yüzdesi (PLAND)	Yapraklı ormanlar	-0.699*
	Mera alanları	0.234
	Tarım alanları	0.186
	İbrelî ormanlar	-0.216
	Geçirimsiz alanlar	0.973*
En büyük ünite indeksi (LPI)	Yapraklı ormanlar	-0.586*
	Mera alanları	0.016
	Tarım alanları	0.191
	İbrelî ormanlar	-0.243
	Geçirimsiz alanlar	0.908*
Ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN)	Yapraklı ormanlar	0.744*
	Mera alanları	-0.372
	Tarım alanları	-0.294
	İbrelî ormanlar	-0.063
	Geçirimsiz alanlar	-0.720*
Kümelenme indeksi (AI)	Yapraklı ormanlar	-0.858*
	Mera alanları	-0.009
	Tarım alanları	0.357
	İbrelî ormanlar	-0.178
	Geçirimsiz alanlar	0.517*

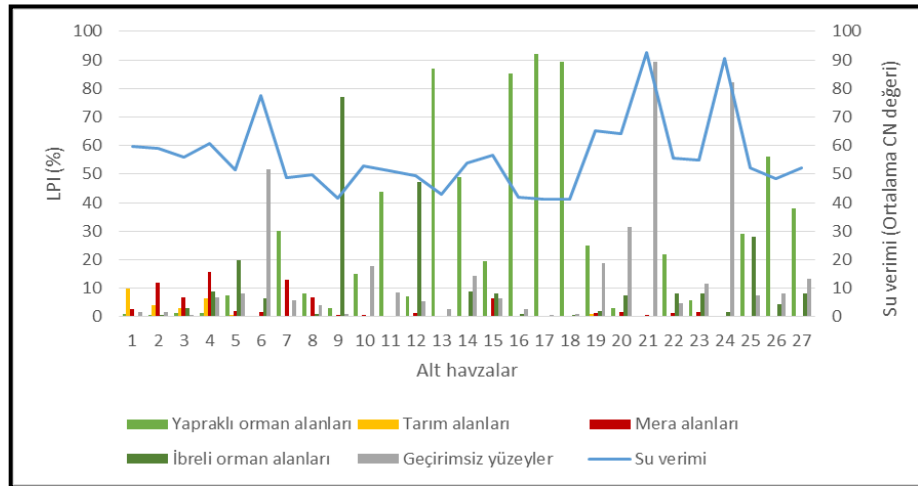
* Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

- Su verimi ve peyzaj yüzdesi (PLAND): Su verimi değerleri ile alan-kenar metriklerinden PLAND arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.25); yapraklı orman alanlarında korelasyonun istatistiki olarak anlamlı ve negatif, geçirimsiz alanlarda ise yine istatistiki olarak anlamlı ancak pozitif olduğu görülmektedir. Yani yapraklı orman alanlarının peyzajdaki yüzdesi arttıkça su verimi azalmakta, geçirimsiz alan yüzdesi arttıkça su verimi de artmaktadır (Şekil 4.43). Diğer arazi kullanımları açısından PLAND ile su verimi arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



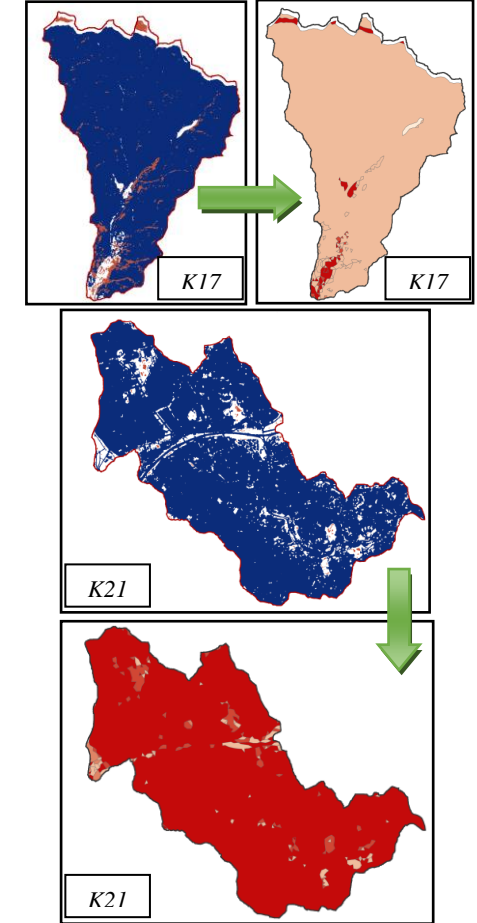
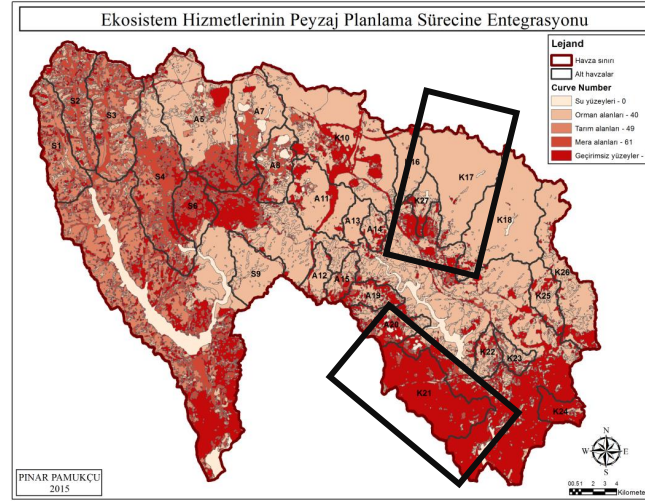
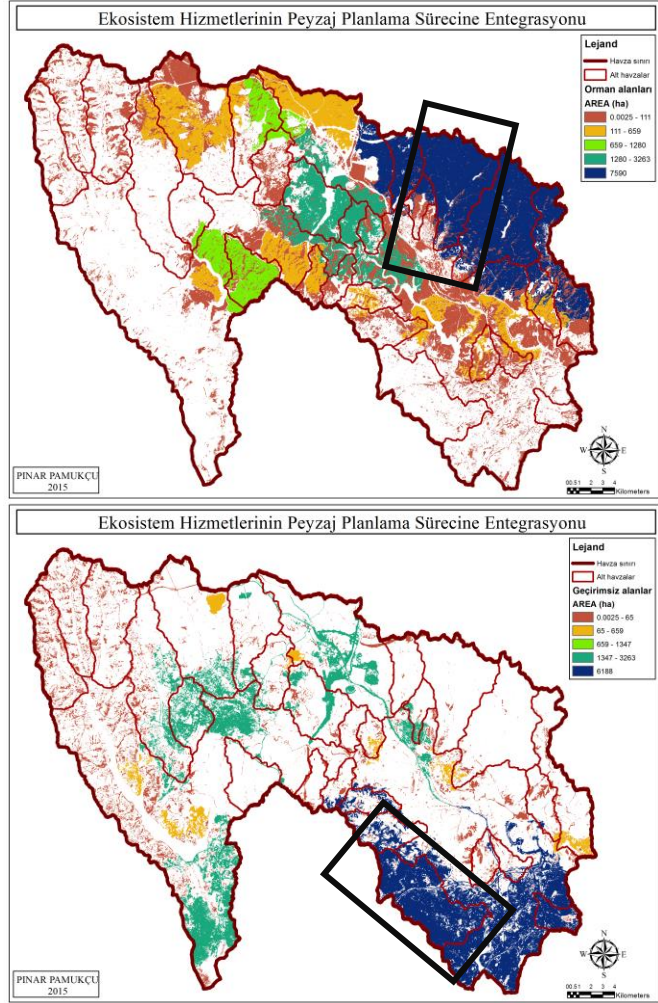
Şekil 4.43: Alt havzalarda arazi kullanımlarında su verimi ve PLAND arasındaki ilişki.

- *Su verimi ve en büyük ünite indeksi (LPI)*: Çalışmada farklı arazi kullanımları için en büyük ünite indeksi (LPI) ile su verimi arasındaki ilişkiye (Tablo 4.25); yapraklı orman alanlarında su verimi ile LPI arasında negatif, geçirimsiz alanlarda ise pozitif bir korelasyon olduğu görülmektedir. Yapraklı orman alanlarında en büyük ünite indeksi arttıkça yani ünite boyutları büyüdükçe ve kompleks bir şekil aldıkça su verimi azalmakta, geçirimsiz alanlarda ise artmaktadır (Şekil 4.44). Diğer arazi kullanımları açısından LPI ile su verimi arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



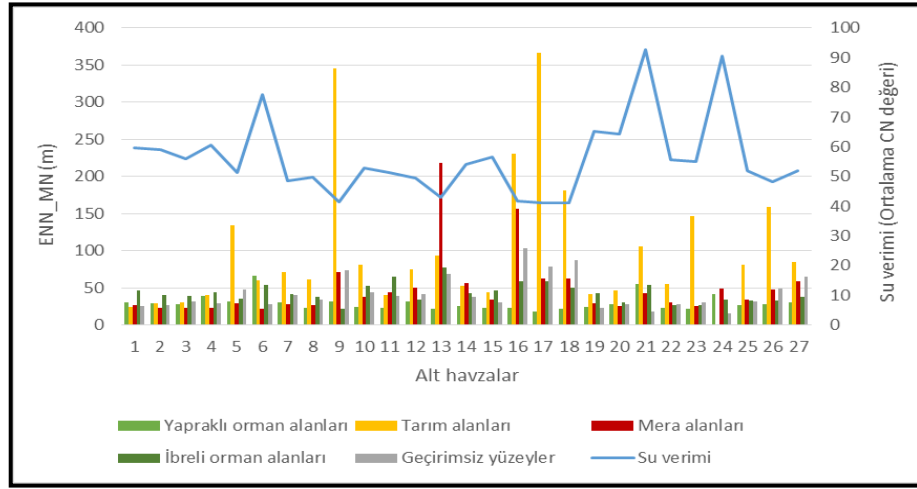
Şekil 4.44: Alt havzalarda arazi kullanımlarında su verimi ve LPI arasındaki ilişki.

Su veriminin en düşük (*K17*) ve en yüksek (*K21*) olduğu havzalarda alan dağılımları Şekil 4.45'te verilmiştir.



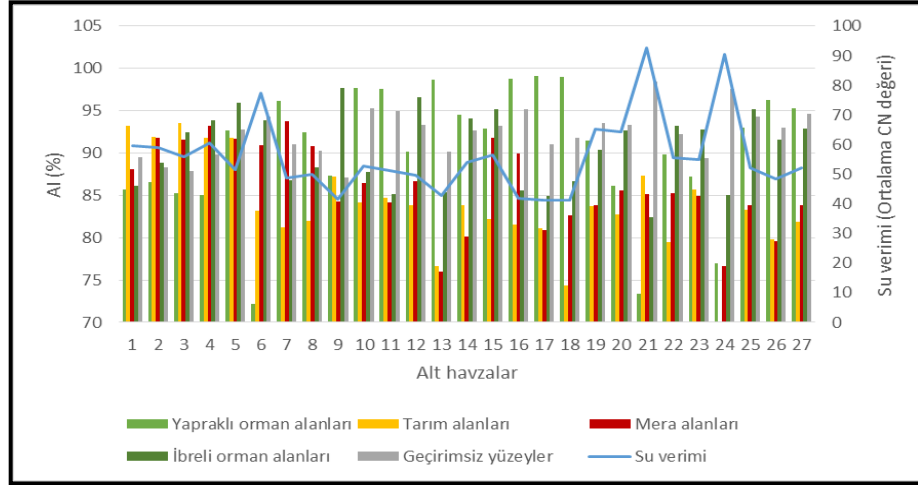
Şekil 4.45: Su veriminin en düşük (K17) ve en yüksek (K21) olduğu havzalarda alan dağılımları.

- Su verimi ve ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN): Çalışmada farklı arazi kullanımları için ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN) ile su verimi arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.25); yapraklı orman alanları için su verimi ile ENN_MN arasında pozitif bir korelasyon olduğu görülmektedir. Geçirimsiz alanlar için ENN_MN ve su verimi arasındaki ilişkiye bakıldığında ise korelasyon istatistik olarak anlamlı ve negatifdir. Alt havzalar için su verimi ve ENN_MN arasındaki ilişki Şekil 4.46'da gösterilmiştir. Diğer arazi kullanımları açısından ENN_MN ile su verimi arasında istatistik olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



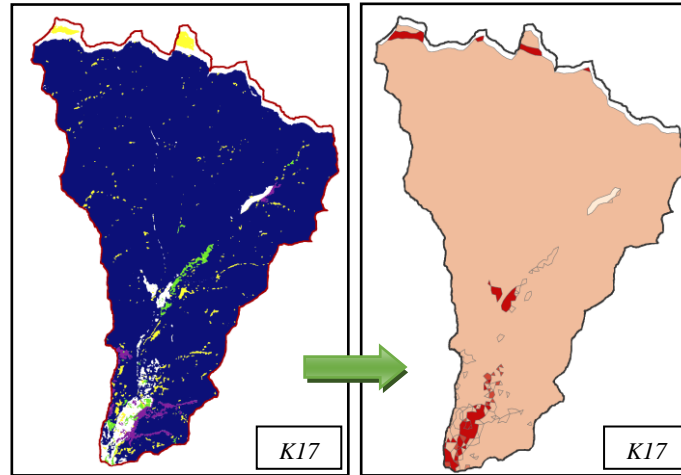
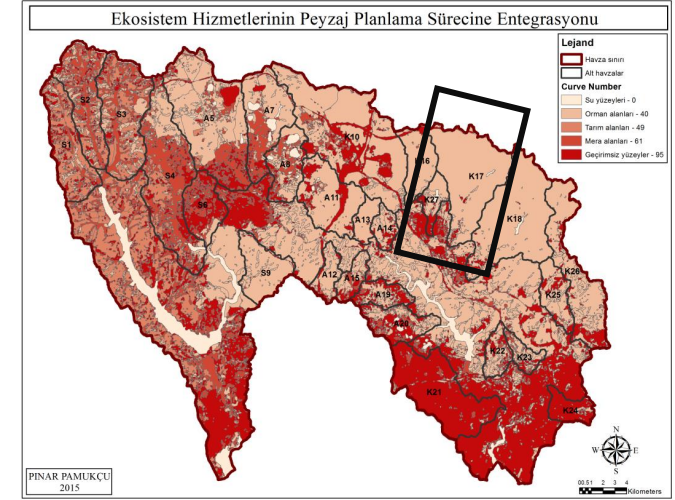
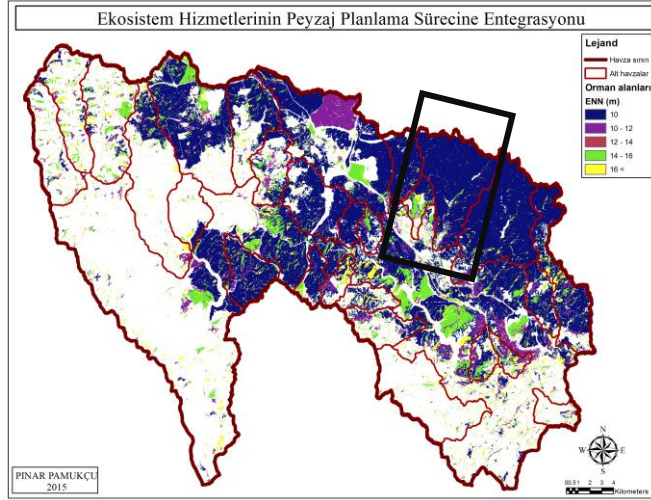
Şekil 4.46: Alt havzalarda arazi kullanımlarında su verimi ve ENN_MN arasındaki ilişki.

- Su verimi ve kümelenme indeksi (AI): Çalışmada farklı arazi kullanımları için kümelenme indeksi (AI) ile su verimi arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.25); yapraklı orman alanları için su verimi ile AI arasında negatif bir korelasyon olduğu görülmektedir. Yapraklı orman alanlarında ünitelerin kümelenmeleri arttıkça, su verimi düşmektedir. Geçirimsiz alanlarda ise su verimi ile AI arasındaki pozitif korelasyon bu alanlar için ünitelerin kümelenmeleri arttıkça su verimi artmakta olduğunu göstermektedir (Şekil 4.47). Diğer arazi kullanımları açısından ise AI ile su verimi arasında istatistik olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



Şekil 4.47: Alt havzalarda arazi kullanımlarında su verimi ve AI arasındaki ilişki.

ENN_MN ve AI ile su verimi arasındaki istatistiksel ilişkinin mekânsal olarak gösterilmesi amacıyla su veriminin en düşük olduğu *K17* alt havzasında orman alanlarının ünite düzeyinde en yakın komşu mesafesi haritalandırılmıştır (Şekil 4.48). Su veriminin en yüksek olduğu *K21* alt havzasında geçirimsiz alan kümelenmesi de diğer alt havzalara göre daha fazladır. Ancak ENN_MN, *K24* alt havzasında en az mesafeye sahiptir.



Şekil 4.48: Su veriminin en düşük olduğu havzada (K17) orman alanları için en yakın komşunun mesafesi.

4.5.1.2. Peyzaj strüktürünün su kalitesi ile ilişkisi

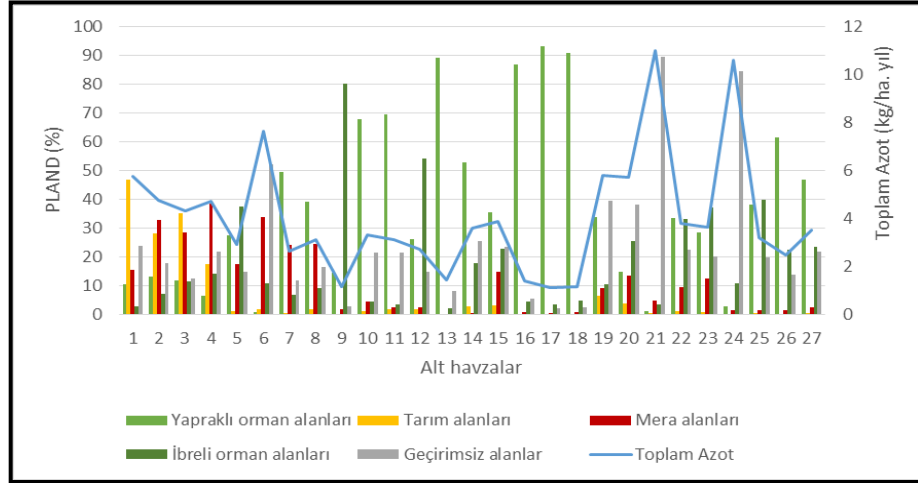
Su üretim hizmeti içerisinde alt hizmet olarak incelenen su kalitesi değerleri, ölçülen fiziksel su kalitesi verilerinden bir tanesi olan askıdaki toplam katı madde ile farklı arazi kullanımlarında hesaplanan kimyasal su kalitesi verilerinden toplam Azot ve toplam Fosfor ile peyzaj desen metrikleri arasındaki korelasyonlar bulunmuştur. Değerlendirilen peyzaj desen metrikleri ile su kalitesi değerleri arasında bulunan korelasyonlar Tablo 4.26'da verilmiştir.

Tablo 4.26: Su kalitesi değerleri ve sınıf metrikleri arasındaki korelasyon.

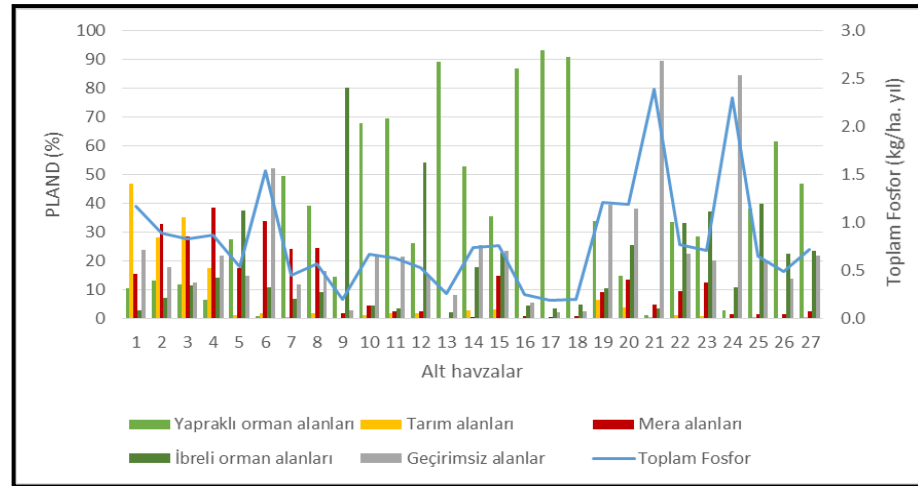
Sınıf metriği	Arazi kullanımları	Askıdaki toplam katı madde	Toplam Azot	Toplam Fosfor
Peyzaj yüzdesi (PLAND)	Yapraklı ormanlar	-0.511	-0.708**	-0.681**
	Mera alanları	0.295	0.286	0.172
	Tarım alanları	-0.150	0.275	0.239
	İbrelili ormanlar	0.567	-0.244	-0.235
	Geçirimsiz alanlar	0.630*	0.963**	0.975**
En büyük ünite indeksi (LPI)	Yapraklı ormanlar	-0.605*	-0.595**	-0.566**
	Mera alanları	-0.145	0.024	-0.033
	Tarım alanları	-0.218	0.272	0.235
	İbrelili ormanlar	0.401	-0.264	-0.255
	Geçirimsiz alanlar	0.716**	0.888**	0.905**
Ünite yoğunluğu (PD)	Yapraklı ormanlar	0.634*	0.311	0.287
	Mera alanları	0.628*	0.489**	0.455*
	Tarım alanları	0.404	0.430*	0.402*
	İbrelili ormanlar	0.654*	0.541**	0.545**
	Geçirimsiz alanlar	0.124	0.179	0.145
Ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN)	Yapraklı ormanlar		0.720**	0.705**
	Mera alanları		-0.376	-0.350
	Tarım alanları		-0.305	-0.294
	İbrelili ormanlar		-0.064	-0.059
	Geçirimsiz alanlar		-0.725**	-0.704**
Kümelene indeksi (AI)	Yapraklı ormanlar	-0.412	-0.853**	-0.835**
	Mera alanları	0.276	-0.003	-0.055
	Tarım alanları	0.128	0.399*	0.365
	İbrelili ormanlar	0.414	-0.213	-0.228
	Geçirimsiz alanlar	0.124	0.490**	0.526**

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır. ** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

- Su kalitesi ve peyzaj yüzdesi (PLAND): Kimyasal su kalitesi değerlerinden toplam Azot ve toplam Fosfor ile alan-kenar metriklerinden PLAND arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.26); yapraklı orman alanlarında korelasyonun istatistiki olarak anlamlı ve negatif, geçirimsiz alanlarda ise yine istatistiki olarak anlamlı ancak pozitif olduğu görülmektedir. Yani yapraklı orman alanlarının peyzajdaki yüzdesi arttıkça kimyasal su kirlilik parametreleri azalmakta, su kalitesi ise artmaktadır. Peyzajda geçirimsiz yüzey alanı arttıkça, toplam Azot (Şekil 4.49) ve toplam Fosfor (Şekil 4.50) artmakta dolayısıyla su kalitesi azalmaktadır.

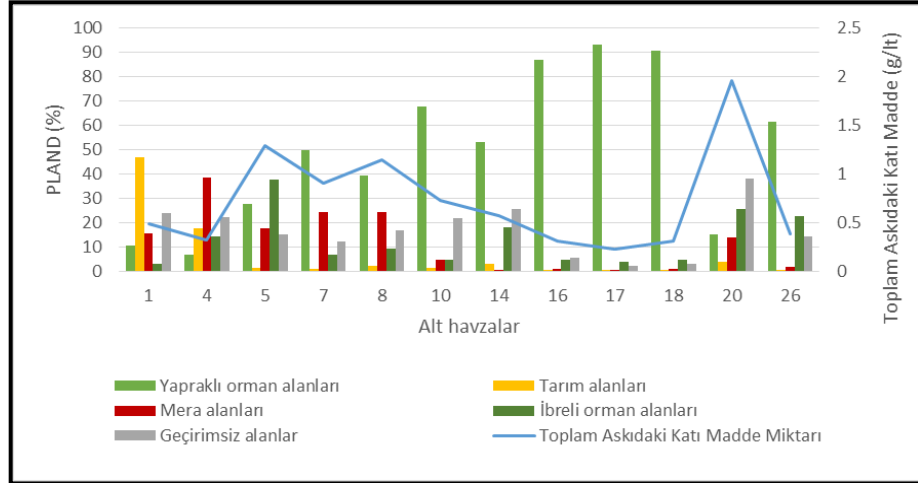


Şekil 4.49: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Azot ve PLAND arasındaki ilişki.



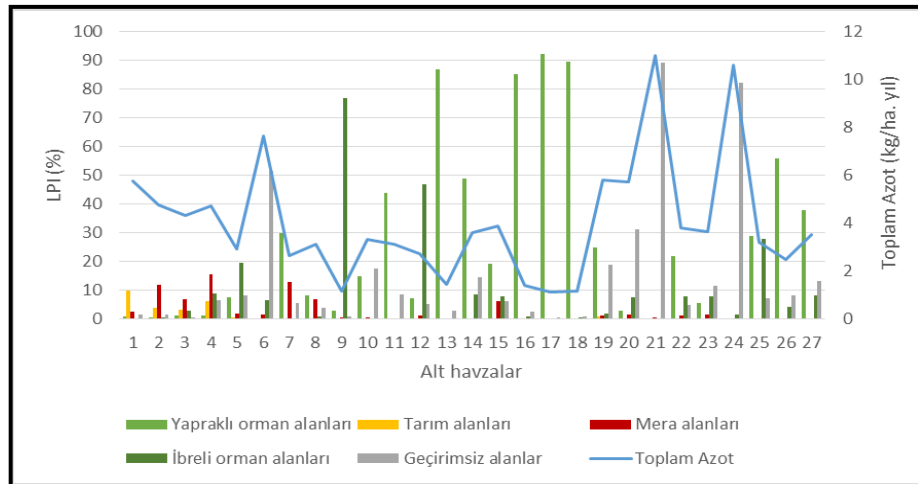
Şekil 4.50: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Fosfor ve PLAND arasındaki ilişki.

Geçirimsiz alanlar için toplam Azot ve toplam Fosfor dışında aynı zamanda askıdaki toplam katı madde miktarı ile PLAND arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Bu korelasyona göre geçirimsiz alanlar arttıkça askıdaki toplam katı madde artmakta dolayısıyla su kalitesi negatif etkilenmektedir (Şekil 4.51). Diğer arazi kullanımları açısından ise PLAND ile askıdaki toplam katı madde, toplam Azot ve toplam Fosfor arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

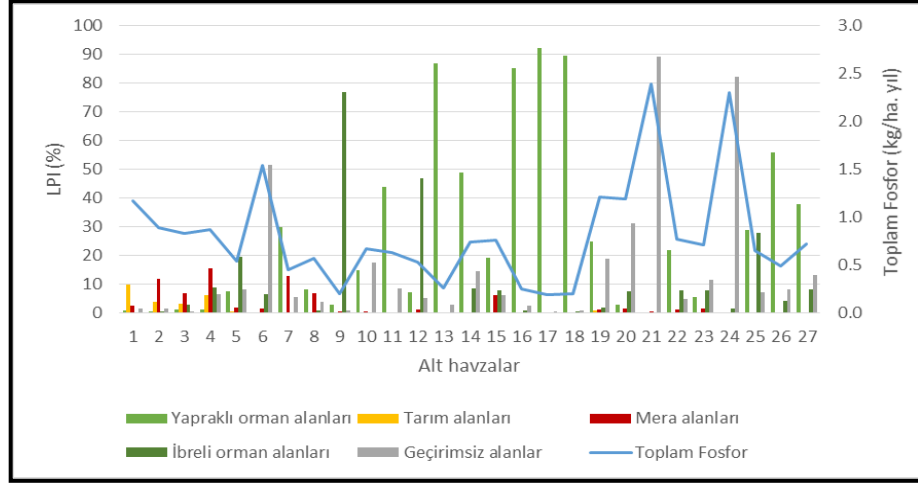


Şekil 4.51: Alt havzalarda arazi kullanımlarında askıdaki toplam katı madde miktarı ve PLAND arasındaki ilişki.

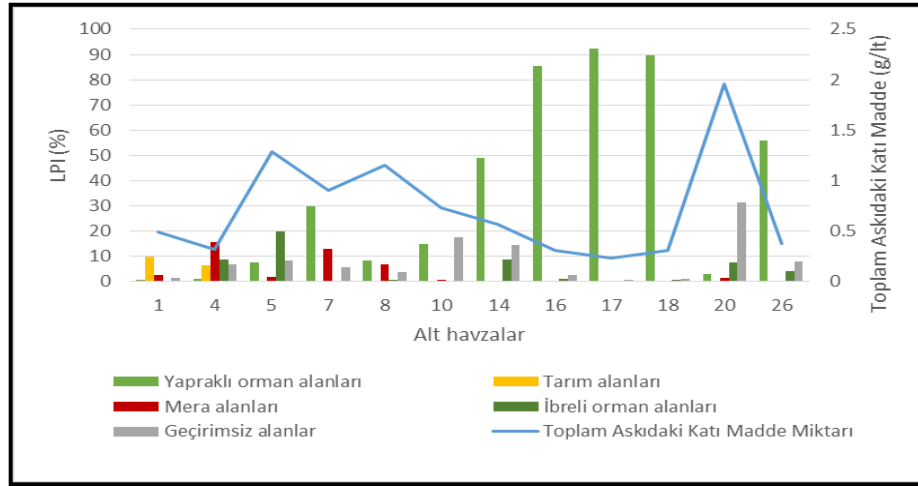
Su kalitesi ve en büyük ünite indeksi (LPI): Çalışmada farklı arazi kullanımları için en büyük ünite indeksi (LPI) ile su kalitesi parametreleri arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.26); yapraklı orman alanlarında toplam Azot (Şekil 4.52), toplam Fosfor (Şekil 4.53) ve askıdaki toplam katı madde (Şekil 4.54) ile LPI arasında negatif bir korelasyon olduğu görülmektedir. Geçirimsiz alanlarda ise LPI ile su kalitesi parametreleri arasında ise pozitif bir ilişki vardır.



Şekil 4.52: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Azot ve LPI arasındaki ilişki.

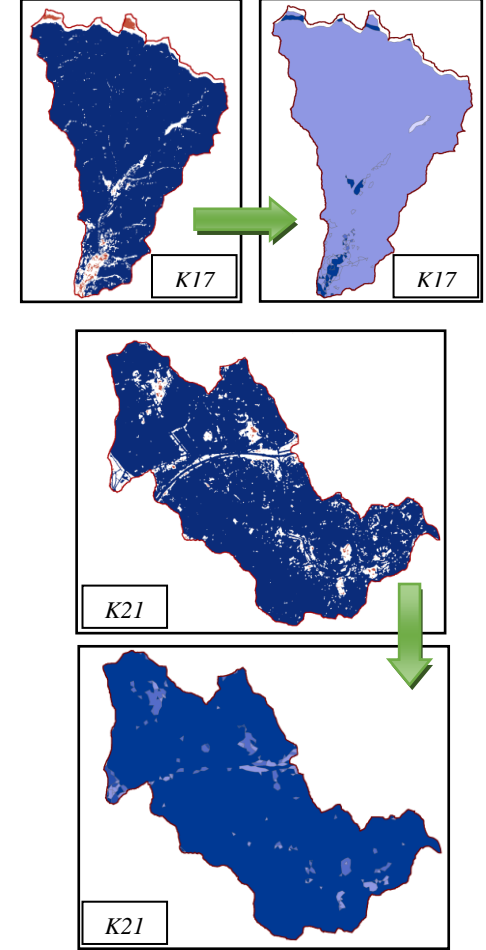
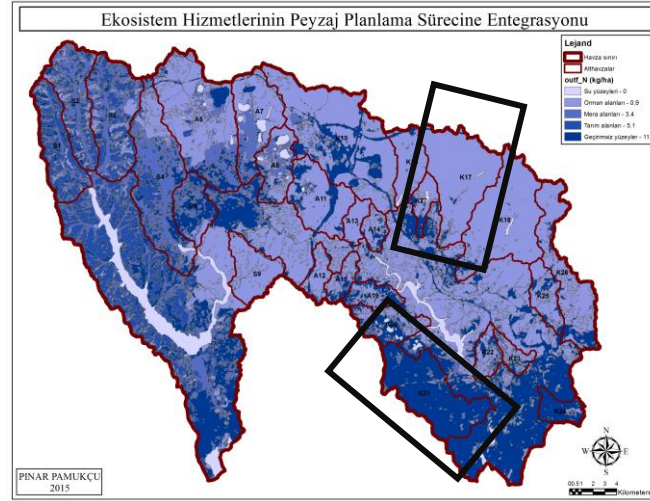
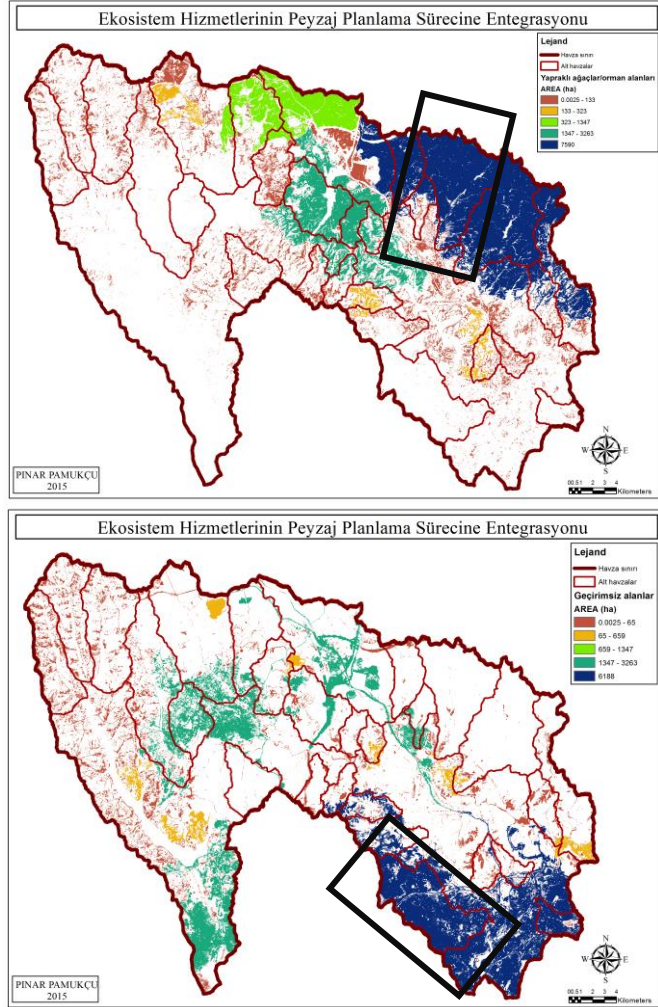


Şekil 4.53: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Fosfor ve LPI arasındaki ilişki.

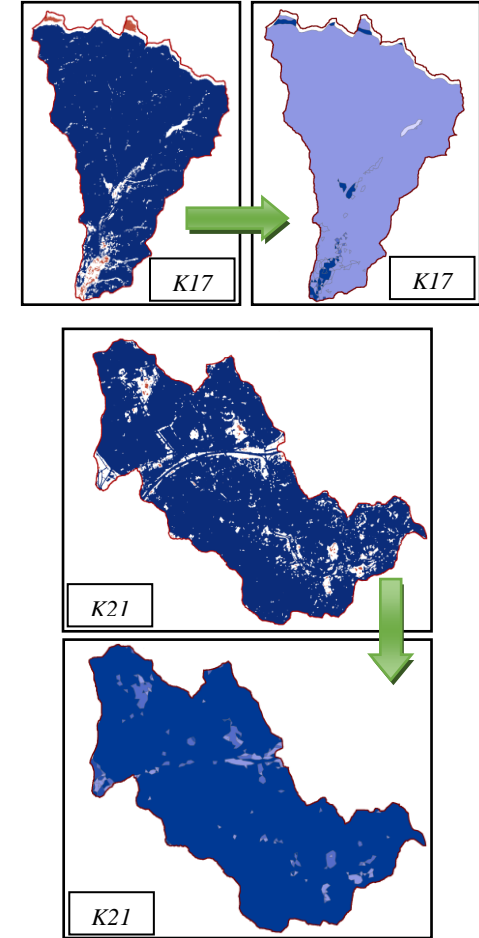
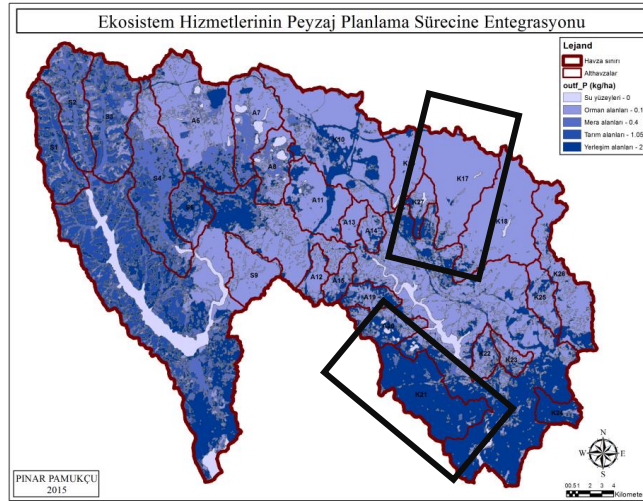
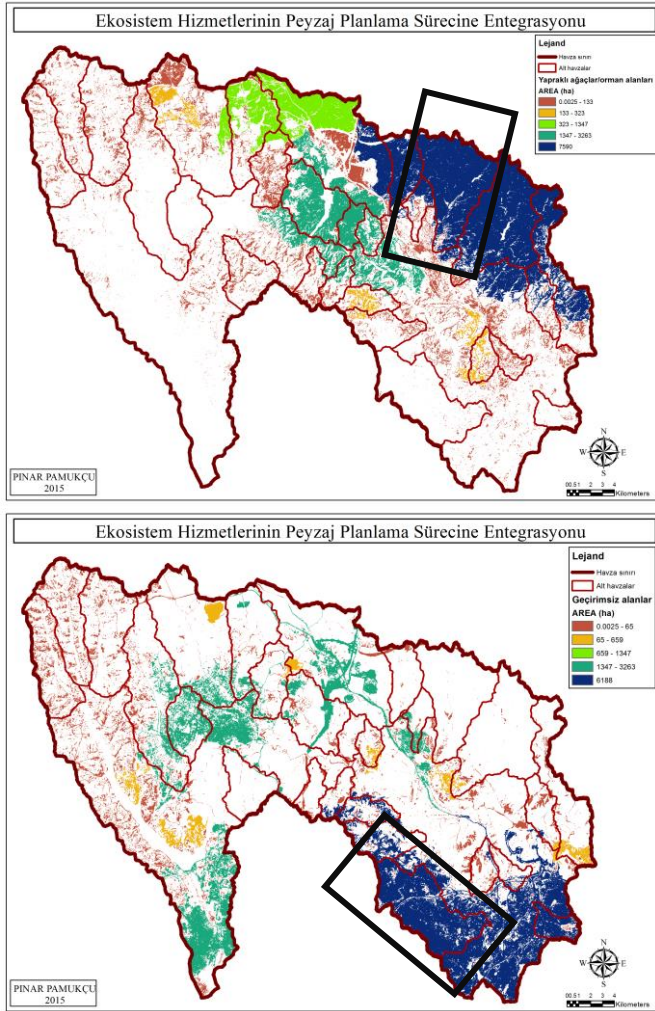


Şekil 4.54: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam katı madde miktarı ve LPI arasındaki ilişki.

Yapraklı orman alanlarında en büyük ünite indeksi arttıkça yani en büyük ünite boyutu büyüdükçe değerlendirilen su kalite parametreleri azalmakta, dolayısıyla su kalitesi artmaktadır. Geçirimsiz alanlarda ise en büyük ünite boyutunun arttıkça su kalitesinin azalacağını göstermektedir. Diğer arazi kullanımları açısından ise LPI ile askıdaki toplam katı madde, toplam Azot ve toplam Fosfor arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. PLAND ve LPI ile su kalitesi arasındaki ilişkinin mekânsal olarak gösterilmesi amacıyla toplam Azot'un (Şekil 4.55) ve toplam Fosfor'un (Şekil 4.56) en düşük olduğu K17 alt havzasında yapraklı orman alanlarının ve en yüksek olduğu K21 alt havzasında geçirimsiz alanların ünite düzeyinde dağılımları haritalandırılmıştır.

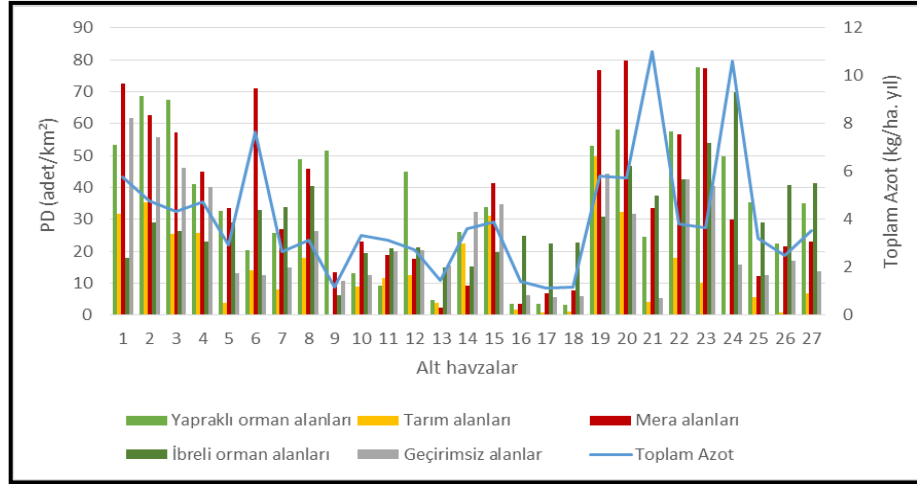


Şekil 4.55: Toplam Azot'un en düşük (K17) ve en yüksek (K21) olduğu havzalarda alan dağılımları.

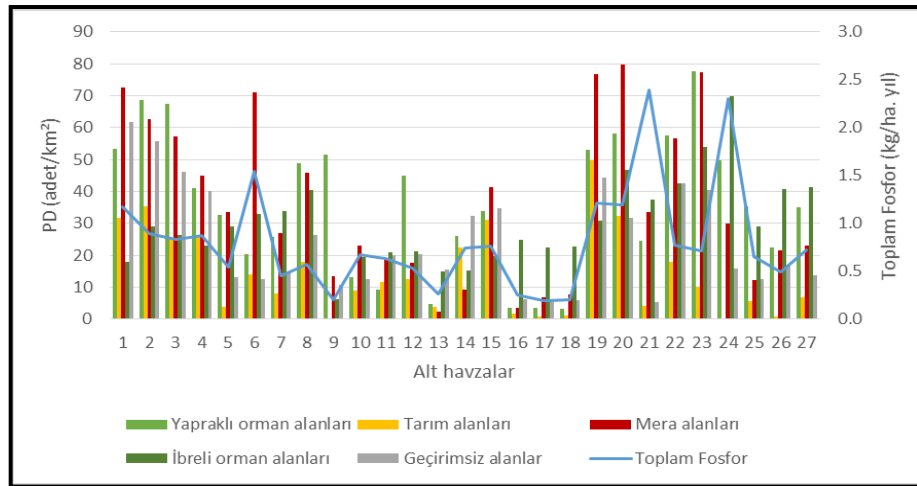


Şekil 4.56: Toplam Fosfor'un en düşük (K17) ve en yüksek (K21) olduğu havzalarda alan dağılımları.

- *Su kalitesi ve ünite yoğunluğu (PD):* Çalışmada farklı arazi kullanımları için ünite yoğunluğu (PD) ile su kalitesi değerleri arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.26); mera alanları, tarım alanları ve ibrelili orman alanları için toplam Azot (Şekil 4.57) ve toplam Fosfor (Şekil 4.58) ile PD arasında da pozitif ilişki bulunmuştur. Dolayısıyla bu alanlarda 1 km² deki ünite sayısı arttıkça, değerlendirilen su kalite parametreleri de artmakta dolayısıyla su kalitesi azalmaktadır.



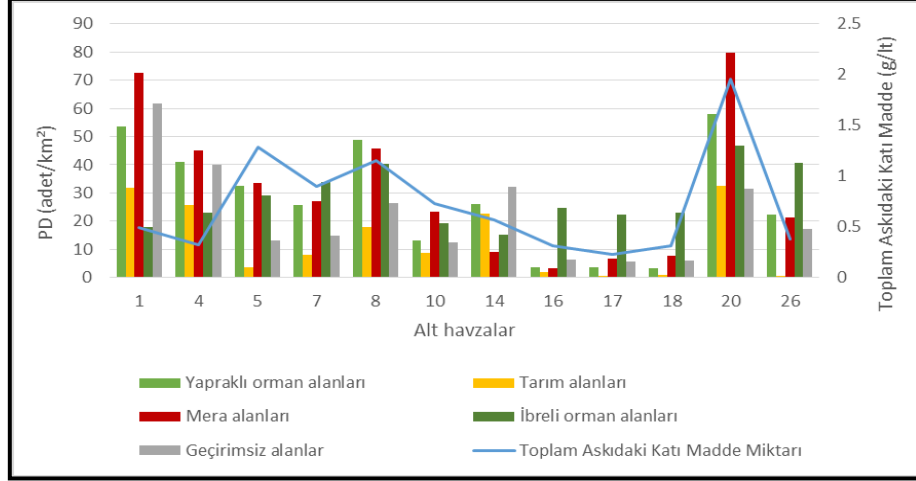
Şekil 4.57: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Azot ve PD arasındaki ilişki.



Şekil 4.58: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Fosfor ve PD arasındaki ilişki.

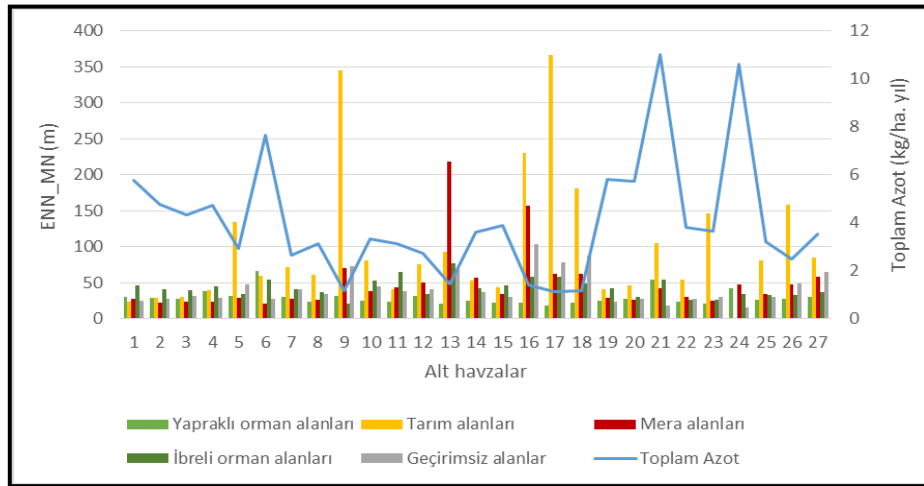
Yapraklı orman alanları, mera alanları ve ibrelili orman alanlarında askıdaki toplam katı madde ile PD arasında pozitif bir korelasyon olduğu görülmektedir. Bu korelasyon, örneğin, yapraklı orman alanlarındaki ünite yoğunluğu yükseldikçe su kalite parametresi olan askıdaki katı madde miktarının artacağını dolayısıyla su kalitesinin düşeceğini göstermektedir (Şekil 4.59). Çünkü üniteler arasında fragmentasyon söz

konusudur. Aynı durum mera alanları ve ibrelili orman alanları için de geçerlidir. Geçirimsiz alanlarda ise su kalite parametreleri ile PD arasında herhangi bir istatistiksel anlamlılığa sahip korelasyon bulunamamıştır.

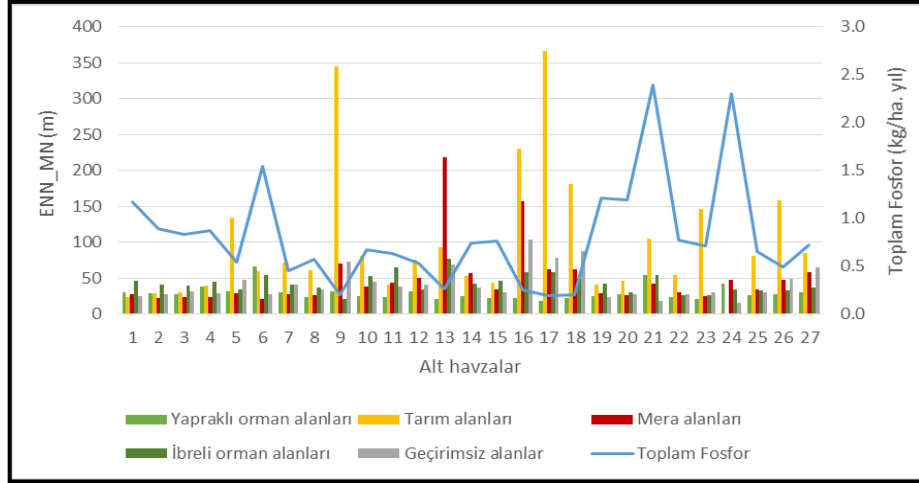


Şekil 4.59: Alt havzalarda arazi kullanımlarında askıdaki toplam katı madde miktarı ve PD arasındaki ilişki.

- *Su kalitesi ve ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN)*: Çalışmada farklı arazi kullanımları için ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN) ile su kalitesi değerleri arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.26); yapraklı orman alanlarında toplam Azot (Şekil 4.60) ve toplam Fosfor (Şekil 4.61) arasında pozitif bir korelasyon, geçirimsiz alanlarda ise bu korelasyonların negatif olduğu görülmektedir.



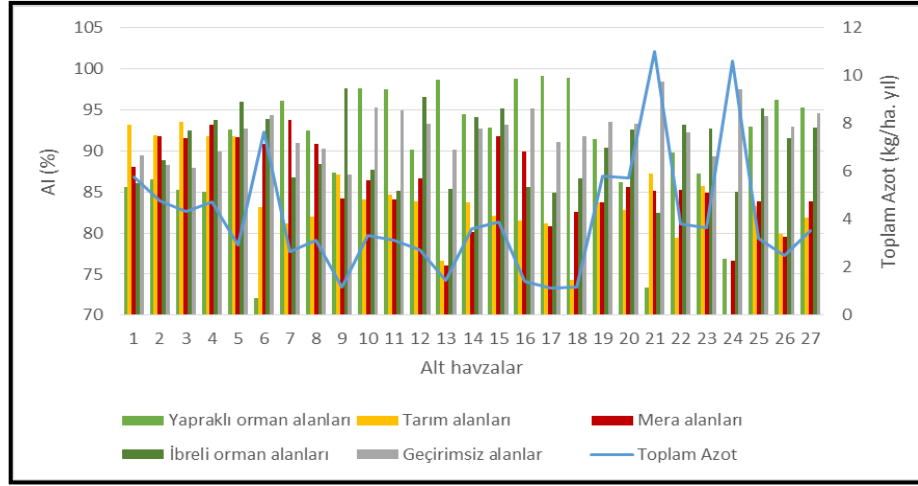
Şekil 4.60: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Azot ve ENN_MN arasındaki ilişki.



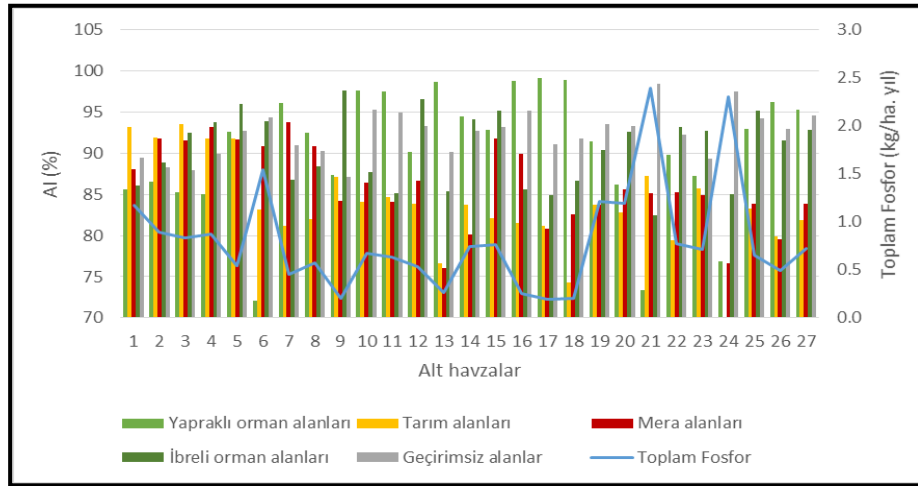
Şekil 4.61: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Fosfor ve ENN_MN arasındaki ilişki.

Yapraklı orman alanları için ENN_MN nin artması yapraklı orman ünitelerinin birbirinden uzaklaşması, dolayısıyla arazi kullanımları içinde su kalitesinin en iyi olduğu orman alan ünitelerinin arasına su kalitesinin orman alanlarına göre daha kötü olduğu başka arazi kullanımlarının girmesi pozitif korelasyonu açıklamaktadır. Geçirimsiz alanlarda ise ünitelerin birbirinden uzaklaştıkça su kalite parametrelerinin azaldığı dolayısıyla su kalitesinin arttığı bulunmuştur. Askıdaki toplam katı madde ile ENN_MN arasındaki korelasyon ise değerlendirilmemiştir.

- Su kalitesi ve kümelenme indeksi (AI): Çalışmada farklı arazi kullanımları için kümelenme indeksi (AI) ile su kalitesi değerleri arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.26); yapraklı orman alanlarında toplam Azot ve toplam Fosfor ile AI arasında negatif, geçirimsiz alanlarda toplam Azot ve toplam Fosfor ile AI arasında pozitif bir korelasyon olduğu görülmektedir. Yapraklı orman alanlarındaki kümelenme arttıkça toplam Azot (Şekil 4.62) ve toplam Fosfor (Şekil 4.63) azalmakta; geçirimsiz yüzeylerde ise bu değerler artmaktadır. Tarım alanlarında ise AI sadece toplam Azot ile pozitif korelasyona sahiptir. Bu alanlarda toplam Fosfor ile AI arasında herhangi bir korelasyon bulunamamıştır.

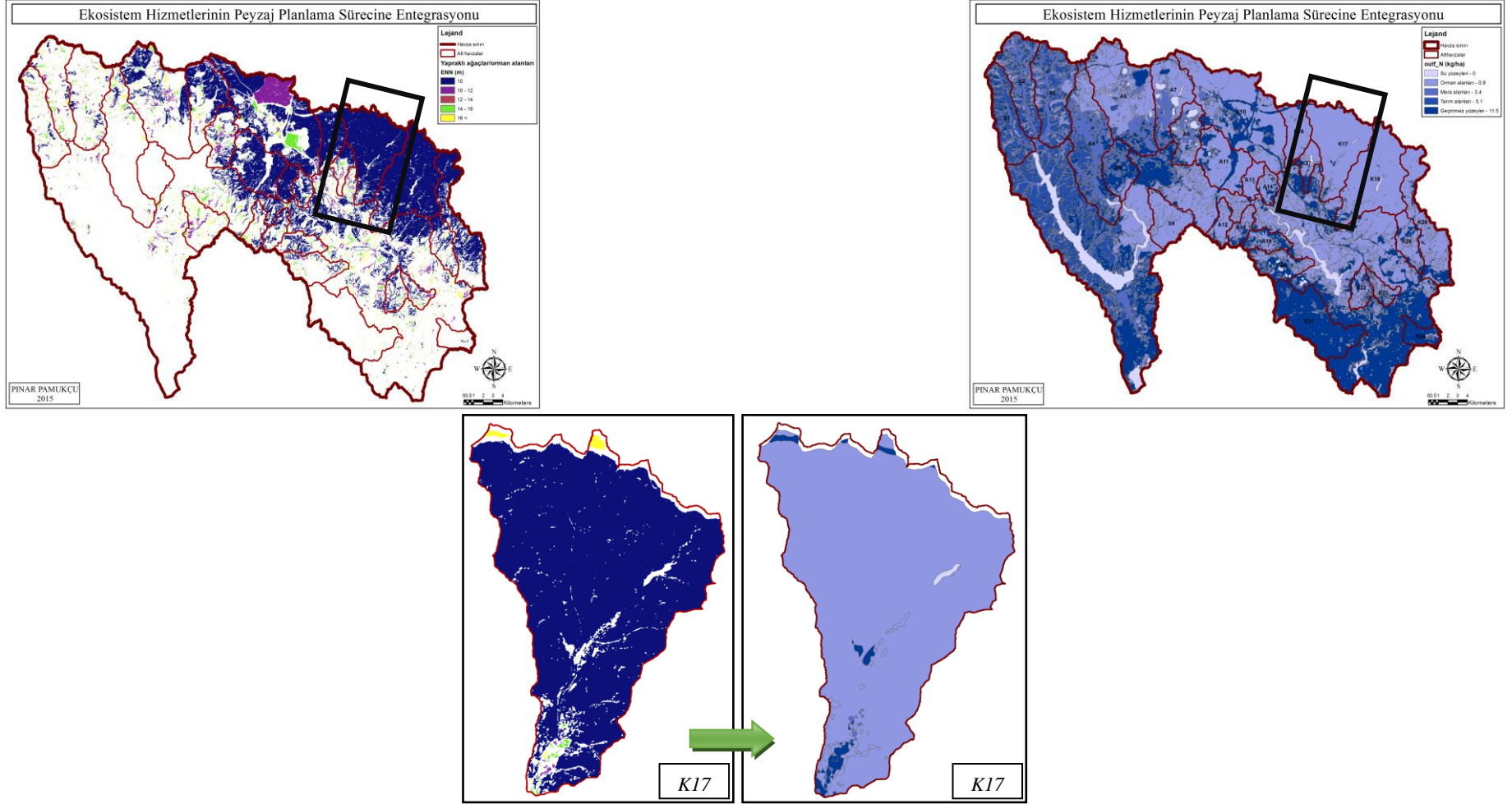


Şekil 4.62: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Azot ve AI arasındaki ilişki.

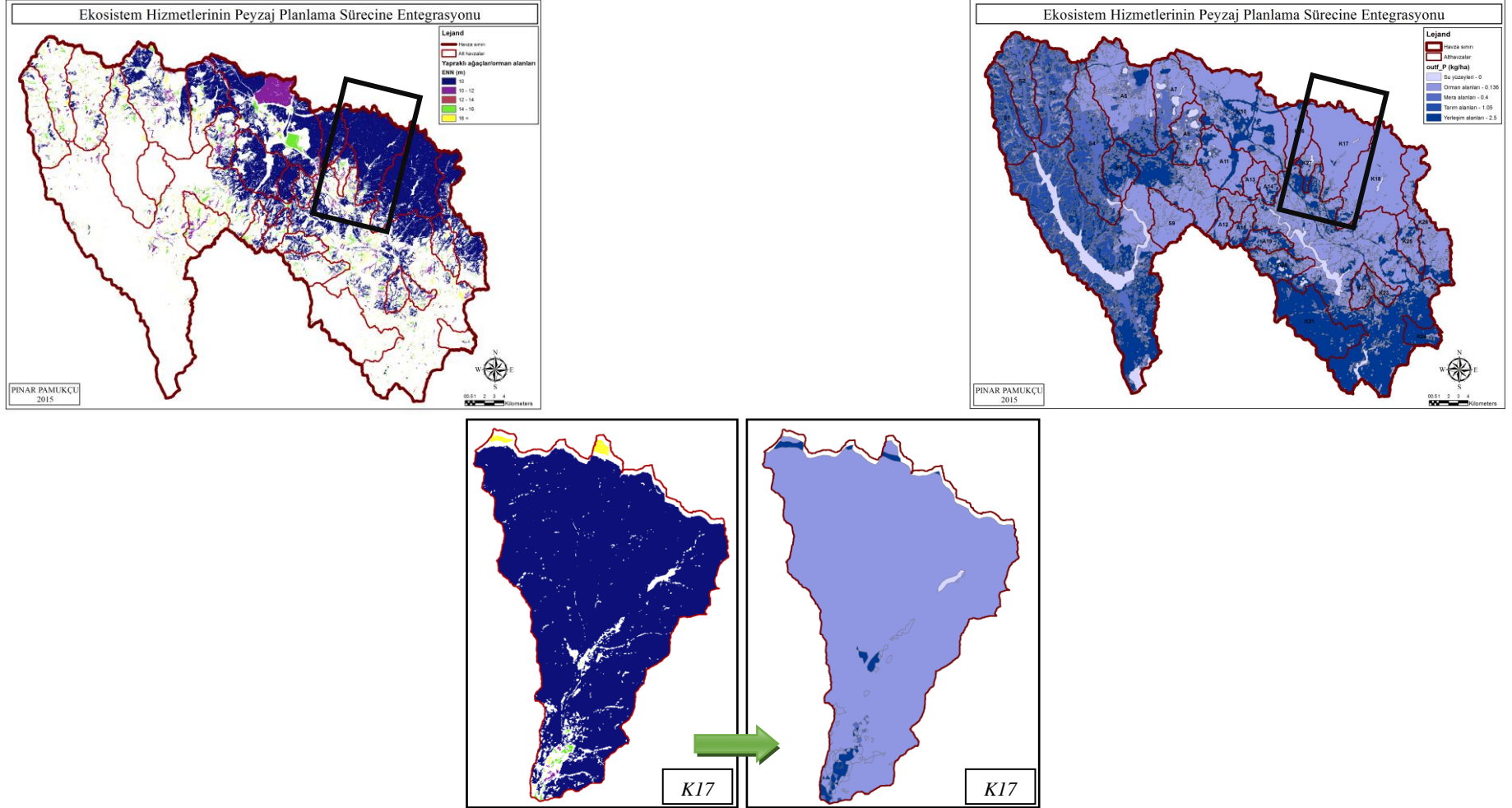


Şekil 4.63: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toplam Fosfor ve AI arasındaki ilişki.

ENN_MN ve AI ile su kalitesi arasındaki ilişkinin mekânsal olarak gösterilmesi amacıyla toplam Azot (Şekil 4.64) ve toplam Fosfor'un (Şekil 4.65) en düşük olduğu *K17* alt havzasında yapraklı orman alanlarının ünite düzeyinde en yakın komşu mesafesi haritalandırılmıştır. Su kalitesinin en düşük olduğu *K21* alt havzasında geçirimsiz alan kümelenmesi de diğer alt havzalara göre daha fazladır. Ancak ENN_MN *K24* alt havzasında en az mesafeye sahiptir.



Şekil 4.64: Toplam Azot'un en düşük olduğu havzada (K17) yapraklı ağaçlar/orman alanları için en yakın komşunun mesafesi.



Şekil 4.65: Toplam Fosfor'un en düşük olduğu havzada (K17) yapraklı ağaçlar/orman alanları için en yakın komşunun mesafesi.

4.5.1.3. Peyzaj strüktürünün sel-taşkın riski ile ilişkisi

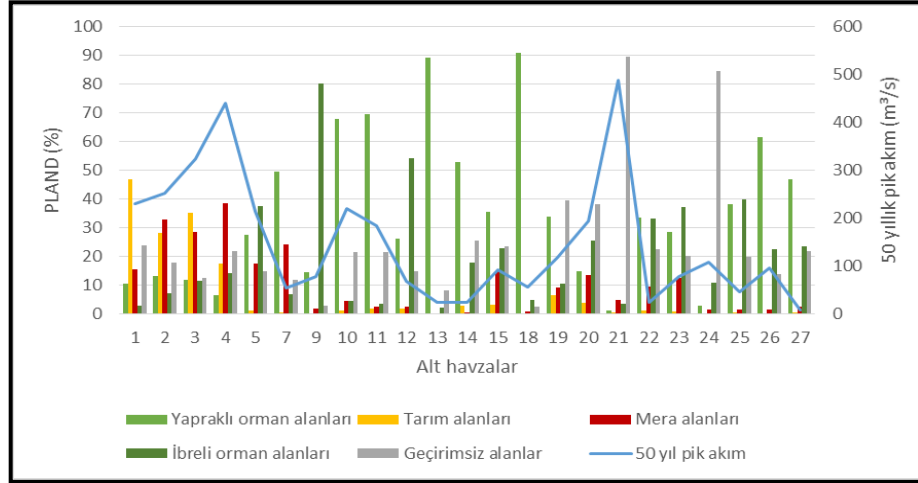
Peyzaj strüktürünün su üretim hizmeti içerisinde alt hizmet olarak incelenen sel-taşkın önleme üzerindeki etkisini belirleyebilmek amacıyla simüle edilen 50 yıllık pik akımlar ile peyzaj desen metrikleri arasındaki korelasyonlar bulunmuştur. Değerlendirilen peyzaj desen metrikleri ile sel-taşkın riski değerleri arasında bulunan korelasyonlar Tablo 4.27’de verilmiştir.

Tablo 4.27: Sel-taşkın riski değerleri ve sınıf metrikleri arasındaki korelasyon.

Sınıf metriği	Arazi kullanımları	50 yıllık pik akım
Peyzaj yüzdesi (PLAND)	Yapraklı ormanlar	-0.534**
	Mera alanları	0.557**
	Tarım alanları	0.464*
	İbrelili ormanlar	-0.332
	Geçirimsiz alanlar	0.396
En büyük ünite indeksi (LPI)	Yapraklı ormanlar	-0.533**
	Mera alanları	0.413
	Tarım alanları	0.494*
	İbrelili ormanlar	-0.228
	Geçirimsiz alanlar	0.356
Ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN)	Yapraklı ormanlar	0.635**
	Mera alanları	-0.339
	Tarım alanları	-0.141
	İbrelili ormanlar	0.199
	Geçirimsiz alanlar	-0.438*
Kümelenme indeksi (AI)	Yapraklı ormanlar	-0.599**
	Mera alanları	0.466*
	Tarım alanları	0.686**
	İbrelili ormanlar	-0.269
	Geçirimsiz alanlar	0.044

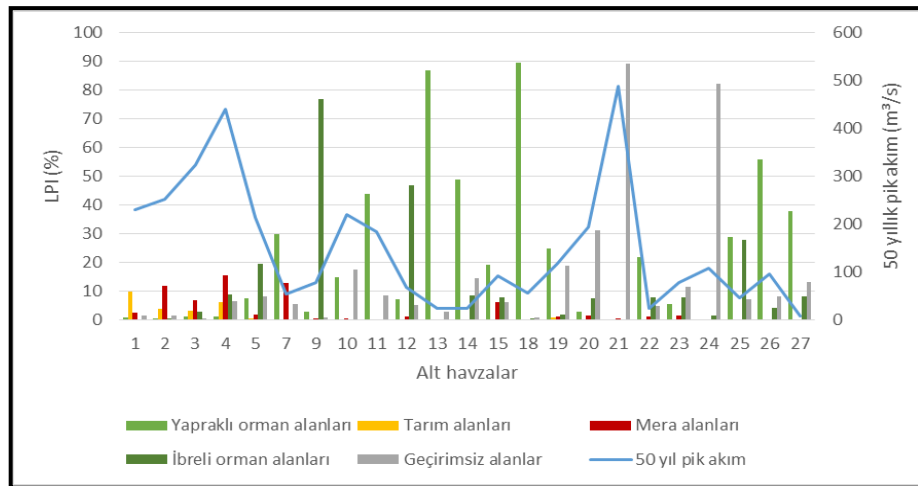
* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır. ** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

- Sel-taşkın riski ve peyzaj yüzdesi (PLAND): 50 yıl için pik akım değerleri ile alan-kenar metriklerinden PLAND arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.27); yapraklı orman alanlarında korelasyonun istatistiki olarak anlamlı ve negatif, mera ve tarım alanlarında ise yine istatistiki olarak anlamlı ancak pozitif olduğu görülmektedir. Yani yapraklı orman alanlarının alan yüzdesi arttıkça 50 yıl için simüle edilen pik akım değerleri azalmaktadır (Şekil 4.66). Ancak mera ve tarım alanları arttıkça pik akımlar da artmakta, dolayısıyla sel-taşkın riski de artmaktadır. Diğer arazi kullanımları açısından PLAND ile sel-taşkın riski arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



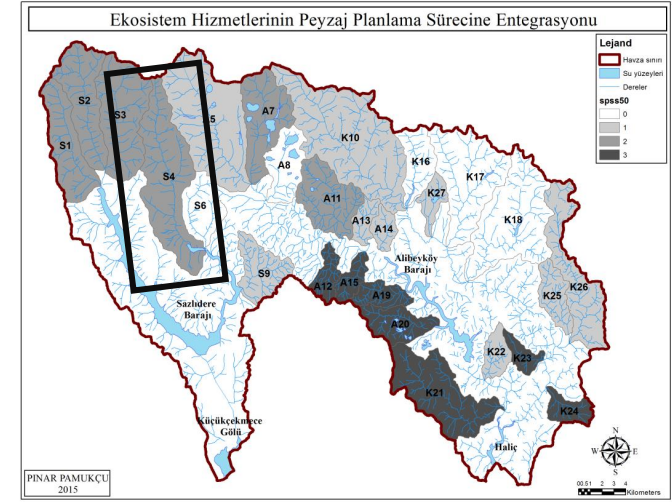
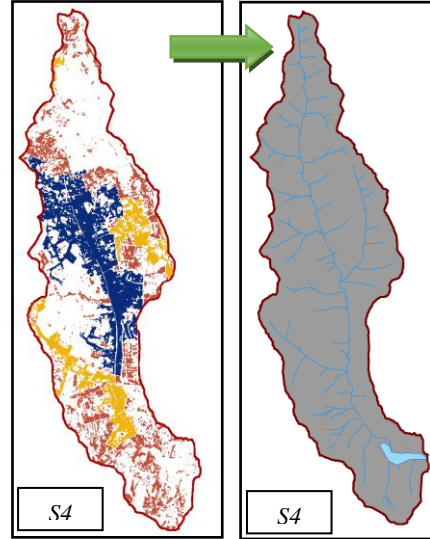
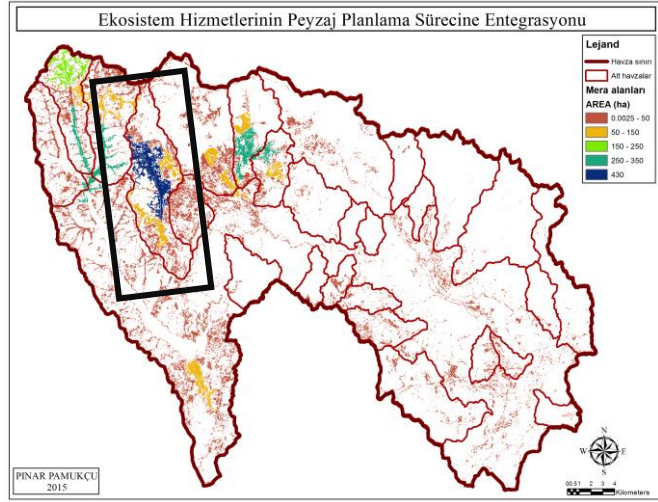
Şekil 4.66: Alt havzalarda arazi kullanımlarında 50 yıllık pik akım ve PLAND arasındaki ilişki.

- *Sel-taşkın riski ve en büyük ünite indeksi (LPI)*: Çalışmada farklı arazi kullanımları için en büyük ünite indeksi (LPI) ile 50 yıl için beklenen pik akım değerleri arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.27); yapraklı orman alanlarında 50 yıl için pik akım değerleri ile LPI arasında negatif korelasyon, tarım alanlarında ise pozitif korelasyon olduğu görülmektedir. Yapraklı orman alanlarındaki en büyük ünite boyutu büyüdükçe ve kompleks bir şekil aldıka sel-taşkın riski azalmakta, tarım alanlarında ise en büyük ünite boyutunun artması bu riski artırmaktadır (Şekil 4.67). Diğer arazi kullanımları açısından LPI ile sel-taşkın riski arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



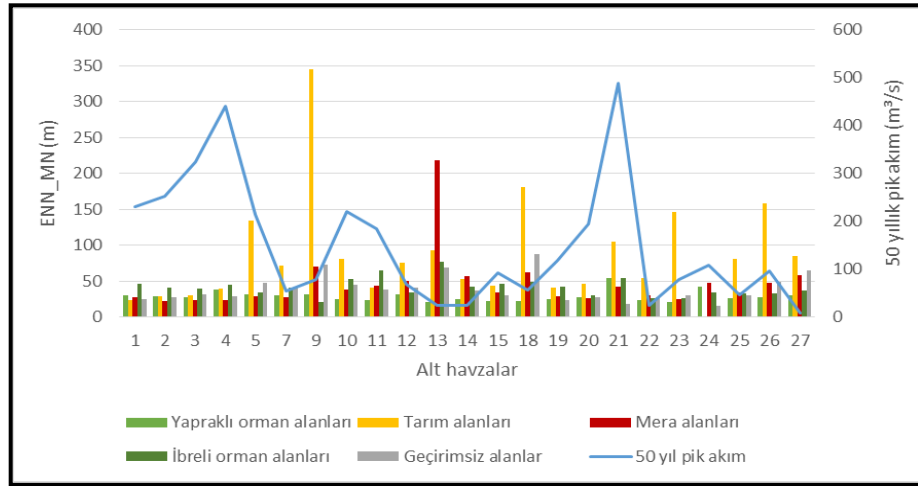
Şekil 4.67: Alt havzalarda arazi kullanımlarında 50 yıllık pik akım ve LPI arasındaki ilişki.

PLAND ile sel-taşkın riski arasındaki ilişkinin mekânsal olarak gösterilmesi amacıyla simüle edilen 50 yıllık pik akımların en yüksek olduğu mera havzasında (S4) mera alanları (Şekil 4.68) ünite düzeyinde haritalandırılmıştır.



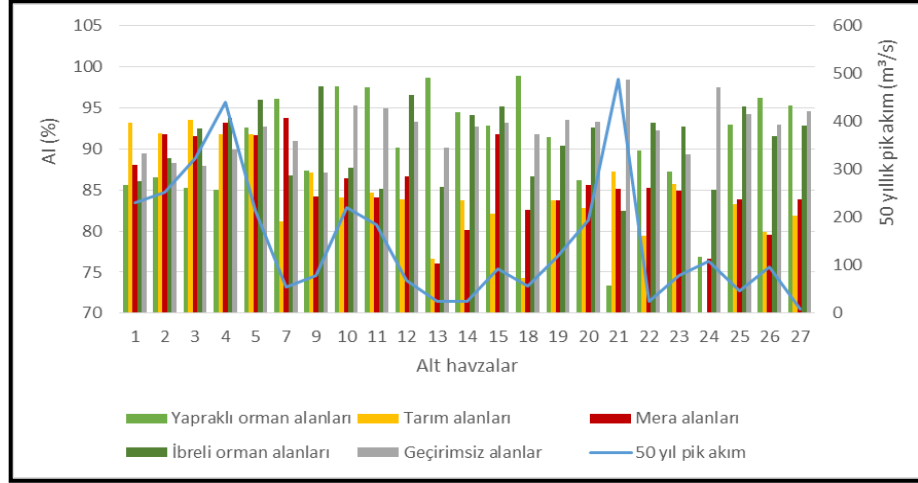
Şekil 4.68: Sel-taşkın riskinin en yüksek olduğu mera havzasında (S4) mera alanlarının alan dağılımı.

- *Sel-taşkın riski ve ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN)*: Çalışmada farklı arazi kullanımları için ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN) ile sel-taşkın önleme hizmeti arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.27); yapraklı orman alanları için 50 yıl için pik akım değerleri ile ENN_MN arasında pozitif bir korelasyon olduğu yani yapraklı orman ünitelerinin birbirinden uzaklaştıkça sel-taşkın riskinin artacağı bulunmuştur. Çünkü yapraklı orman alan ünitelerinin arasına sel-taşkın riskinin bu alanlara göre daha fazla olduğu diğer arazi kullanımları girmektedir. Geçirimsiz alanlar için ise bu durum ters korelasyona sahiptir. Yani geçirimsiz alanlar için 50 yıl için pik akım değerleri ile ENN_MN arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır; dolayısıyla geçirimsiz alan ünitelerinin birbirinden uzaklaşması sel-taşkın riskini azaltacaktır (Şekil 4.69). Diğer arazi kullanımları açısından ENN_MN ile sel-taşkın riski arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



Şekil 4.69: Alt havzalarda arazi kullanımlarında 50 yıllık pik akım ve ENN_MN arasındaki ilişki.

- *Sel-taşkın riski ve kümelenme indeksi (AI)*: Çalışmada farklı arazi kullanımları için kümelenme indeksi (AI) ile sel-taşkın önleme hizmeti arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.27); yapraklı orman alanları için 50 yıl için pik akım değerleri ile AI arasında negatif; mera ve tarım alanlarında ise pozitif bir korelasyon olduğu görülmektedir. Yapraklı orman alanlarında kümelenme arttıkça uzun dönem pik akımları düşmektedir (Şekil 4.70). Tarım ve mera alanlarının yapraklı ormanlara göre akış katsayıları daha yüksektir. Bu bakımdan bu alanlarda kümelenmenin artması pik akımları da artırmaktadır. Diğer arazi kullanımları açısından AI ile sel-taşkın riski arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



Şekil 4.70: Alt havzalarda arazi kullanımlarında 50 yıllık pik akım ve AI arasındaki ilişki.

Sel-taşkın riskinin en yüksek olduğu havzada (*K24*) en yakın komşunun mesafesi *K21* alt havzasına göre daha azdır. ENN_MN ile sel-taşkın riski arasındaki geçirimsiz alanlardaki negatif ilişki mekânsal olarak gösterilememiştir.

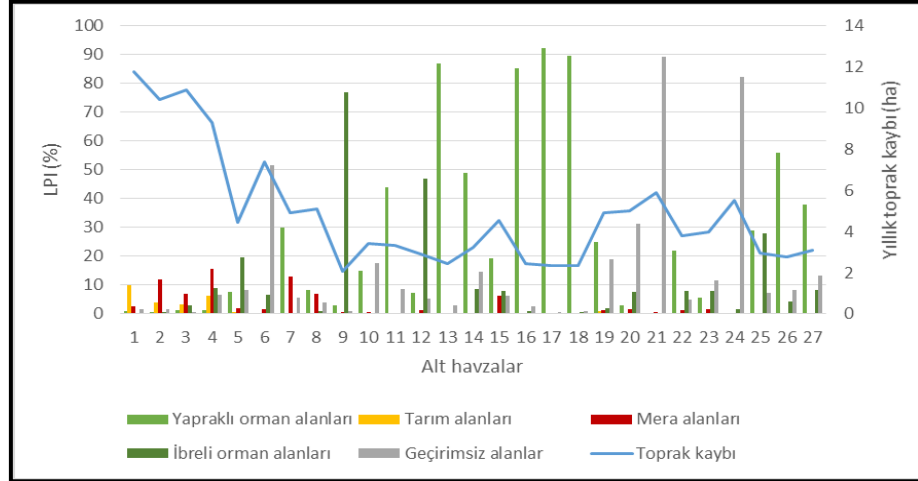
4.5.2. Peyzaj Strüktürünün Toprak Koruma Hizmetine Etkileri

Toprak koruma hizmetinin sayısallaştırılması kapsamında uygulanan RUSLE modeli sonucunda arazi kullanımlarının yıllık toprak kaybı ile peyzaj desen metrikleri arasında korelasyonlar bulunmuştur. Değerlendirilen peyzaj desen metrikleri ve toprak koruma değerleri arasında bulunan korelasyonlar Tablo 4.28’de verilmiştir.

Tablo 4.28: Toprak koruma değerleri ve sınıf metrikleri arasındaki korelasyon.

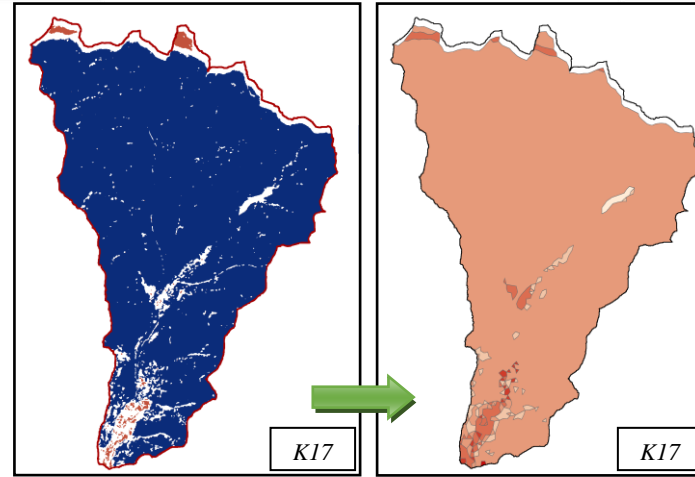
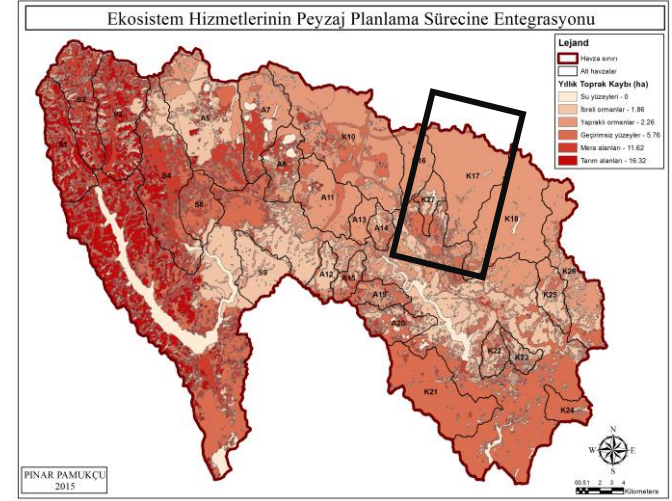
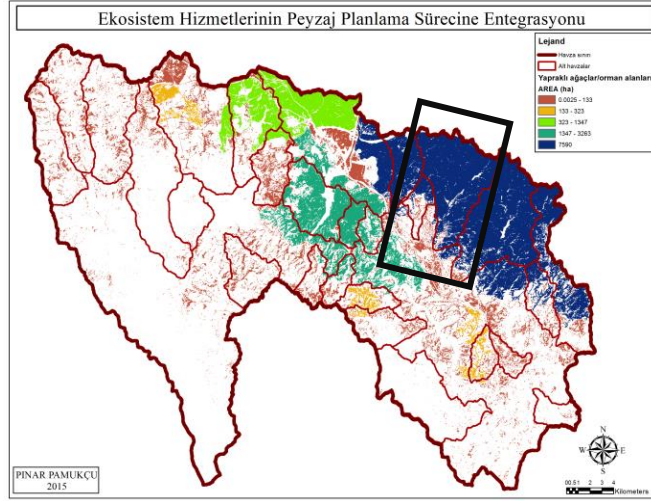
Sınıf metriği	Arazi kullanımları	Toprak koruma
Peyzaj yüzdesi (PLAND)	Yapraklı ormanlar	-0.652**
	Mera alanları	0.771**
	Tarım alanları	0.895**
	İbrelî ormanlar	-0.316
	Geçirimsiz alanlar	0.247
En büyük ünite indeksi (LPI)	Yapraklı ormanlar	-0.592**
	Mera alanları	0.602**
	Tarım alanları	0.831**
	İbrelî ormanlar	-0.283
	Geçirimsiz alanlar	0.102
Ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN)	Yapraklı ormanlar	0.378
	Mera alanları	-0.443*
	Tarım alanları	-0.272
	İbrelî ormanlar	-0.035
	Geçirimsiz alanlar	-0.564**
Kümelene indeksi (AI)	Yapraklı ormanlar	-0.571**
	Mera alanları	0.532**
	Tarım alanları	0.753**
	İbrelî ormanlar	-0.058
	Geçirimsiz alanlar	-0.326

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır. ** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

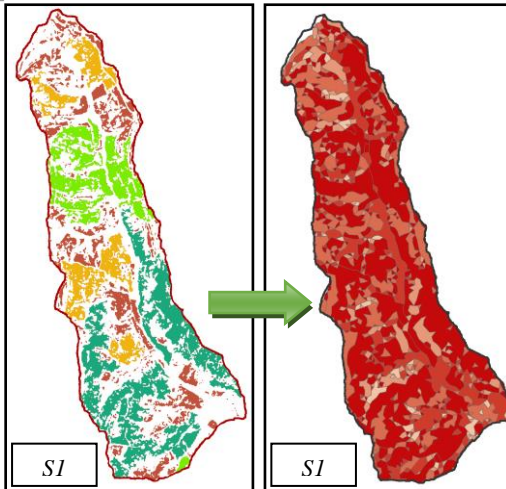
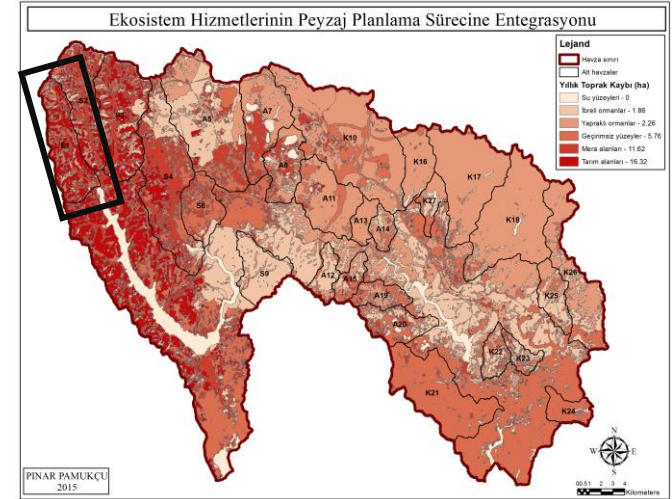
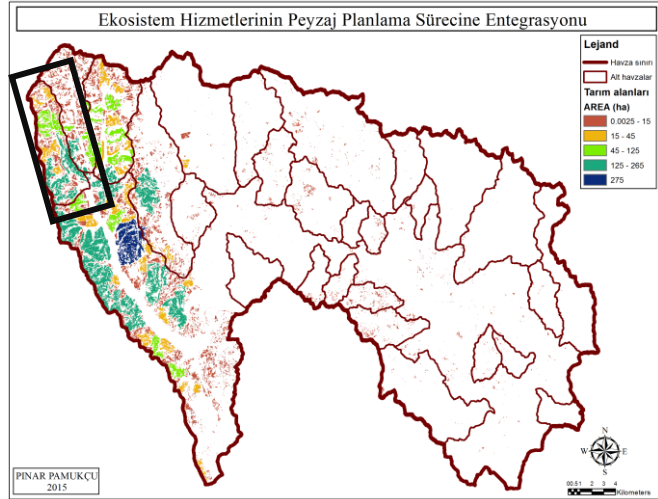


Şekil 4.72: Alt havzalarda arazi kullanımlarında yıllık toprak kaybı ve LPI arasındaki ilişki.

PLAND ile toprak koruma hizmeti arasındaki ilişkinin mekânsal olarak gösterilmesi amacıyla yıllık toprak kaybının en düşük olduğu yapraklı orman alanları alt havzasında (*K17*) yapraklı orman alanlarının (Şekil 4.73) ve yıllık toprak kaybının en yüksek olduğu havzada (*S1*) tarım alanlarının (Şekil 4.74) alan dağılımı haritalandırılmıştır.

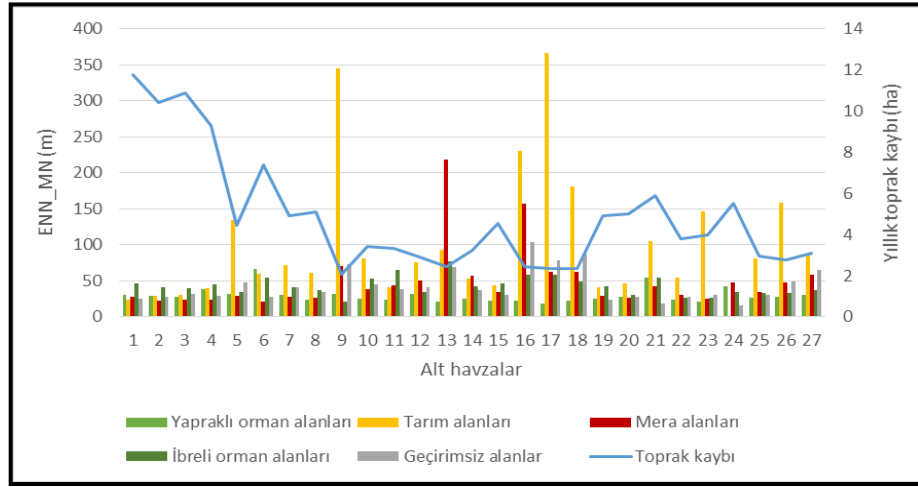


Şekil 4.73: Toprak koruma hizmetinin en yüksek olduğu yapraklı ağaçlar/orman alanları havzasında (K17) alan dağılımı.



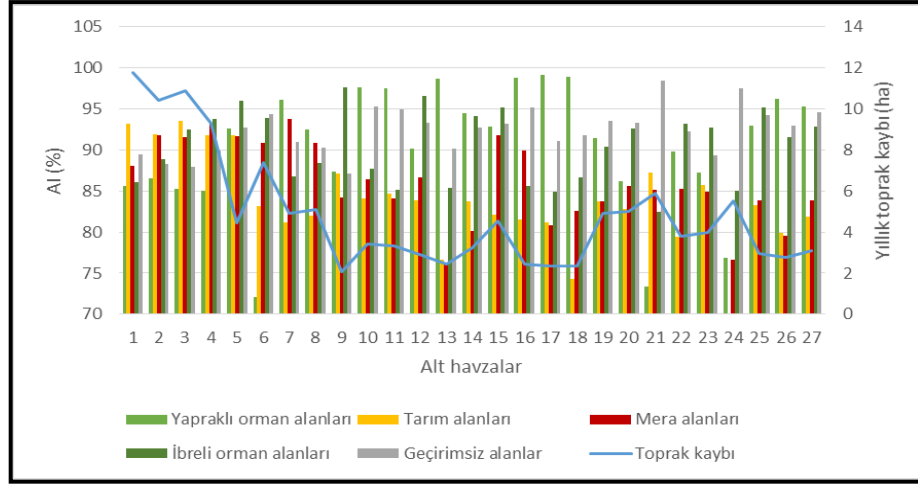
Şekil 4.74: Toprak koruma hizmetinin en düşük olduğu havzada (SI) tarım alanlarının alan dağılımı.

- Toprak koruma ve ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN): Çalışmada farklı arazi kullanımları için ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN) ile toprak koruma hizmeti arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.28); mera ve geçirimsiz alanlarda hektardaki yıllık toprak kaybına ENN_MN'nin etkisinin istatistiki olarak anlamlı ve negatif olduğu bulunmuştur. Her iki arazi kullanımı için de ünitelerin birbirinden uzaklaşması yıllık toprak kaybını azaltmaktadır (Şekil 4.75). Diğer arazi kullanımları açısından ENN_MN ile toprak koruma arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



Şekil 4.75: Alt havzalarda arazi kullanımlarında yıllık toprak kaybı ve ENN_MN arasındaki ilişki.

- Toprak koruma ve kümelenme indeksi (AI): Çalışmada farklı arazi kullanımları için kümelenme indeksi (AI) ile toprak koruma hizmeti arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.28); yapraklı orman alanları için yıllık hektardaki toprak kaybı ile AI arasında negatif; mera ve tarım alanlarında ise pozitif bir korelasyon olduğu görülmektedir. Yapraklı orman alanlarındaki kümelenmenin artması toprak kaybını azaltırken; mera ve tarım alanlarındaki kümelenme artışı toprak kaybını artırmaktadır (Şekil 4.76). Diğer arazi kullanımları açısından AI ile toprak koruma arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



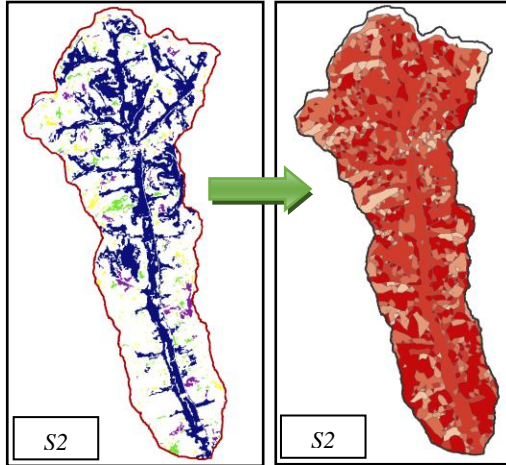
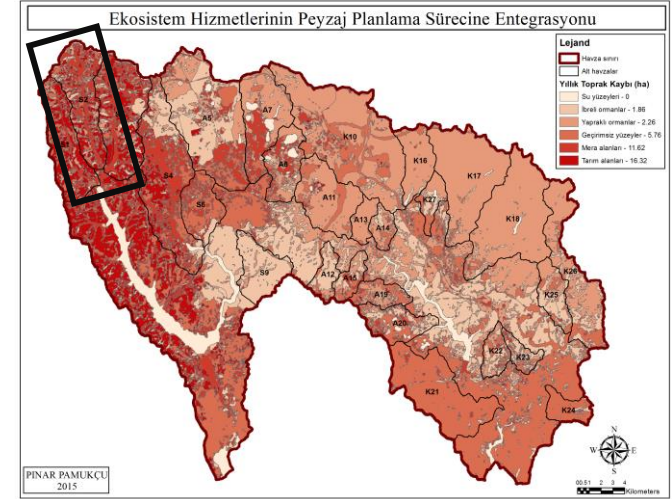
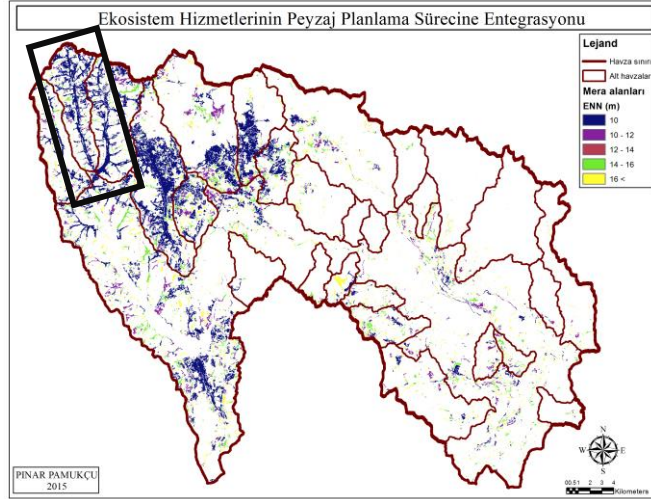
Şekil 4.76: Alt havzalarda arazi kullanımlarında yıllık toprak kaybı ve AI arasındaki ilişki.

Yıllık toprak kaybının en yüksek olduğu mera havzası S2 alt havzasıdır ve istatistiği mekânsal olarak da göstermektedir (Şekil 4.77). Yıllık toprak kaybının en yüksek olduğu geçirimsiz alan yoğunluğuna sahip olan havza ise K21 alt havzasıdır. Fakat K21 alt havzasında geçirimsiz alan ünitelerinin en yakın komşunun mesafesi K24 alt havzasına göre daha fazladır.

4.5.3. Peyzaj Strüktürünün Karbon Tutumu Hizmetine Etkileri

Arazi kullanımları için hesaplanan karbon tutum değerleri (toprak, ölü örtü, toprak altı ve toprak üstü biyokütle karbon tutumları) ile peyzaj desen metrikleri arasında korelasyonlar bulunmuştur. Değerlendirilen peyzaj desen metrikleri ile karbon tutumu değerleri arasında bulunan korelasyon değerleri Tablo 4.29’da verilmiştir.

- Karbon tutumu ve peyzaj yüzdesi (PLAND): Çalışmada farklı arazi kullanımları için peyzaj yüzdesi (PLAND) ile karbon tutumu hizmeti arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.29); yapraklı ve ibrelili orman alanlarında PLAND ile hesaplanan toprak karbon tutumu (Şekil 4.78) ve ölü örtü karbon tutumu (Şekil 4.79) değerleri arasında pozitif; geçirimsiz yüzeylerde ise negatif korelasyon görülmüştür.



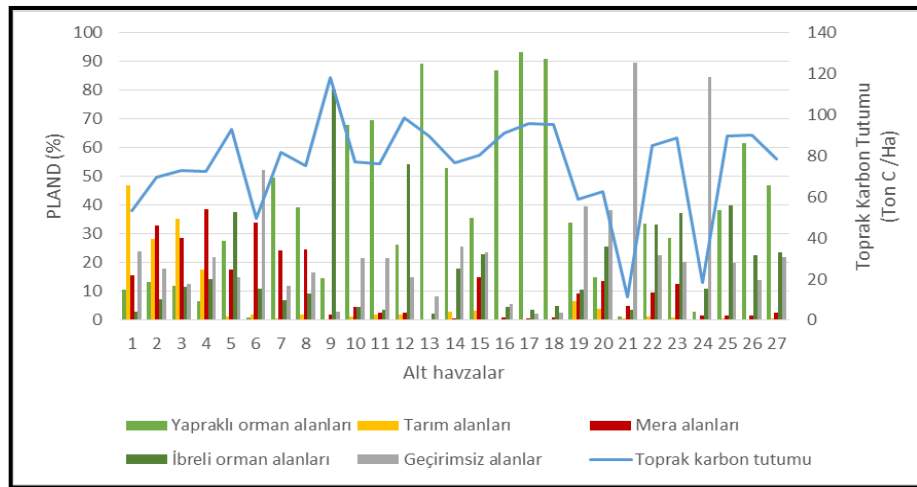
Şekil 4.77: Toprak koruma hizmetinin en düşük olduğu mera havzasında (S2) en yakın komşunun mesafesi.

Tablo 4.29: Karbon tutum değerleri ve sınıf metrikleri arasındaki korelasyon.

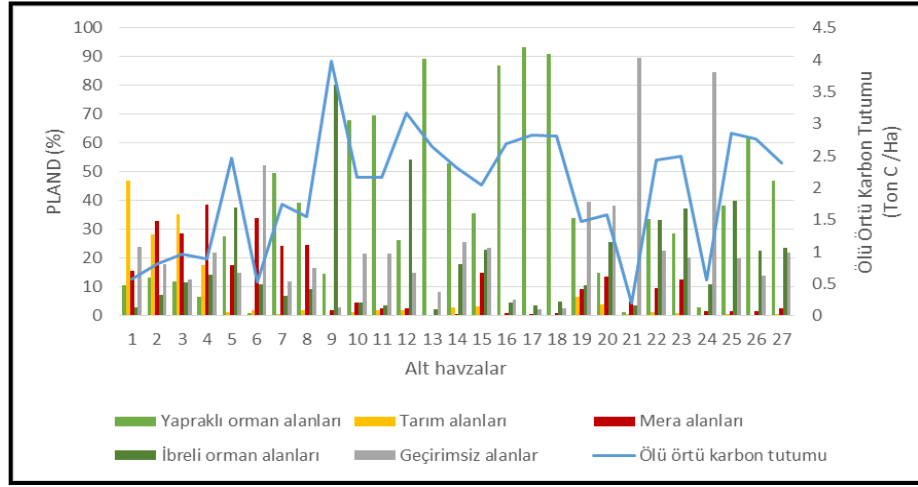
Sınıf metriği	Arazi kullanımları	Toprak	Ölü örtü	Toprak üstü biyokütle	Toprak altı biyokütle
Peyzaj yüzdesi (PLAND)	Yapraklı ormanlar	0.526**	0.594**	0.859**	0.901**
	Mera alanları	-0.203	-0.606**	-0.658**	-0.645**
	Tarım alanları	-0.307	-0.580**	-0.602**	-0.587**
	İbrelili ormanlar	0.498**	0.583**	0.225	0.136
	Geçirimsiz alanlar	-0.924**	-0.684**	-0.701**	-0.698**
En büyük ünite indeksi (LPI)	Yapraklı ormanlar	0.426*	0.517**	0.775**	0.817**
	Mera alanları	-0.036	-0.413*	-0.427*	-0.411*
	Tarım alanları	-0.302	-0.552**	-0.576**	-0.563**
	İbrelili ormanlar	0.483*	0.561**	0.233	0.151
	Geçirimsiz alanlar	-0.851**	-0.573**	-0.574**	-0.572**
Ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN)	Yapraklı ormanlar	-0.627**	-0.586**	-0.677**	-0.686**
	Mera alanları	0.267	0.390*	0.535**	0.554**
	Tarım alanları	0.454*	0.493*	0.271	0.213
	İbrelili ormanlar	-0.148	-0.156	0.153	0.221
	Geçirimsiz alanlar	0.639**	0.669**	0.785**	0.795**
Kümeleme indeksi (AI)	Yapraklı ormanlar	0.714**	0.692**	0.857**	0.880**
	Mera alanları	0.030	-0.325	-0.390*	-0.387*
	Tarım alanları	-0.297	-0.493*	-0.662**	-0.682**
	İbrelili ormanlar	0.444*	0.357	0.047	-0.022
	Geçirimsiz alanlar	-0.524**	-0.175	-0.073	-0.059

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır. ** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

Mera ve tarım alanlarında ise PLAND ile ölü örtü karbon tutumu arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Korelasyonlar yapraklı ve ibrelili orman alanları yüzdelерinin artması sonucunda toprak ve ölü örtü karbon tutumunun artacağını; geçirimsiz alanların ise tam tersine bu karbon havuzlarındaki karbon tutumlarının azalacağını göstermektedir. Tarım ve mera alan yüzdelерinin artması ölü örtü karbon tutumunu azaltırken, bu alanlar için PLAND ile toprak karbon tutumları için istatistiki olarak bir korelasyon bulunamamıştır.

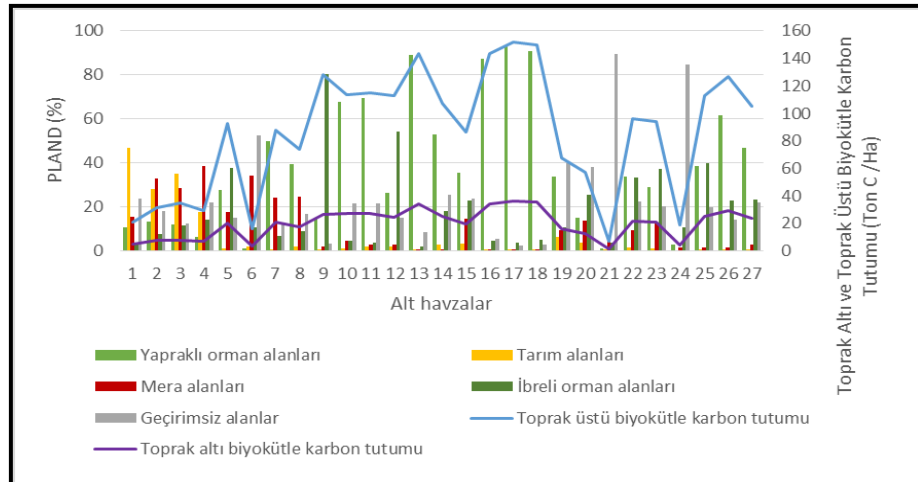


Şekil 4.78: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak karbon tutumu ve PLAND arasındaki ilişki.



Şekil 4.79: Alt havzalarda arazi kullanımlarında ölü örtü karbon tutumu ve PLAND arasındaki ilişki.

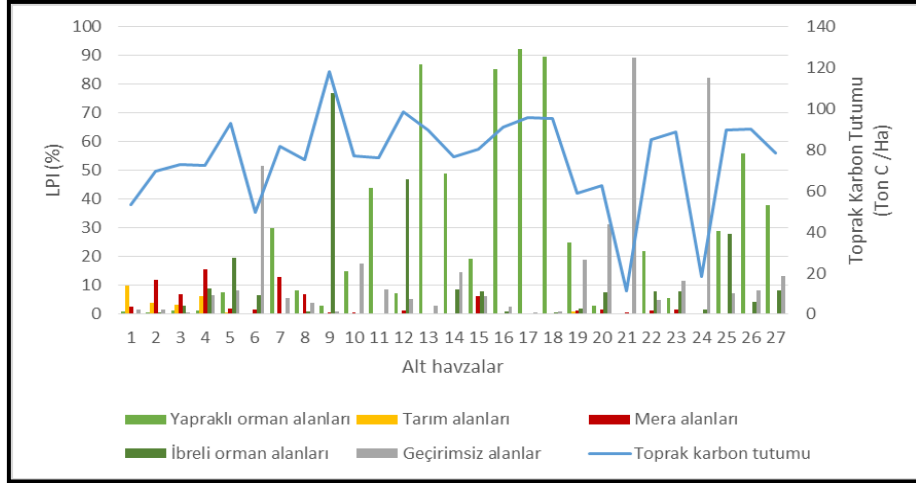
Yapraklı orman alanları için toprak altı ve üstü biyokütle karbon değeri ile PLAND arasında pozitif; mera alanları, tarım alanları ve geçirimsiz alanlarda ise toprak altı ve üstü biyokütle karbon değeri ile PLAND arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Yapraklı orman alanlarının artması toprak altı ve toprak üstü biyokütle karbon tutumunu artırmakta; mera, tarım ve geçirimsiz alanlarda ise azaltmaktadır (Şekil 4.80). İbrelili orman alanları için toprak altı ve toprak üstü biyokütle karbon tutumu için PLAND ile herhangi bir istatistiksel anlam taşıyan korelasyon bulunamamıştır.



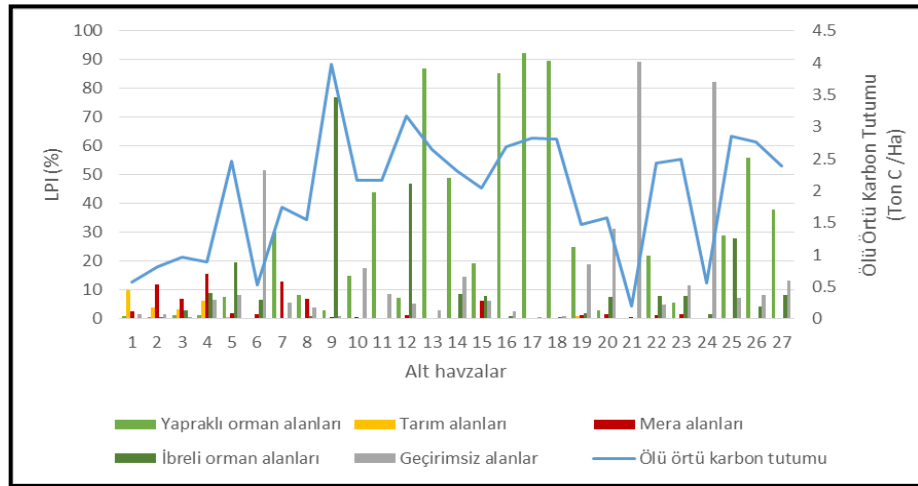
Şekil 4.80: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak altı ve toprak üstü karbon tutumu ve PLAND arasındaki ilişki.

- Karbon tutumu ve en büyük ünite indeksi (LPI): Çalışmada farklı arazi kullanımları için en büyük ünite indeksi (LPI) ile karbon tutumu hizmeti arasındaki ilişkiye

bakıldığında (Tablo 4.29); yapraklı ve ibrelil orman alanlarında LPI ile hesaplanan toprak (Şekil 4.81) ve ölü örtü karbon tutumu (Şekil 4.82) değerleri arasında pozitif korelasyon görülmüştür. Toprak karbon değeri hariç diğler üç karbon değeri için mera ve tarım alanlarında LPI ile anlamlı ve negatif korelasyon bulunmaktadır. Geçirimsiz alanlarda ise hesaplanan tüm karbon tutum değeri LPI ile negatif korelasyona sahiptir.



Şekil 4.81: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak karbon tutumu ve LPI arasındaki ilişki.

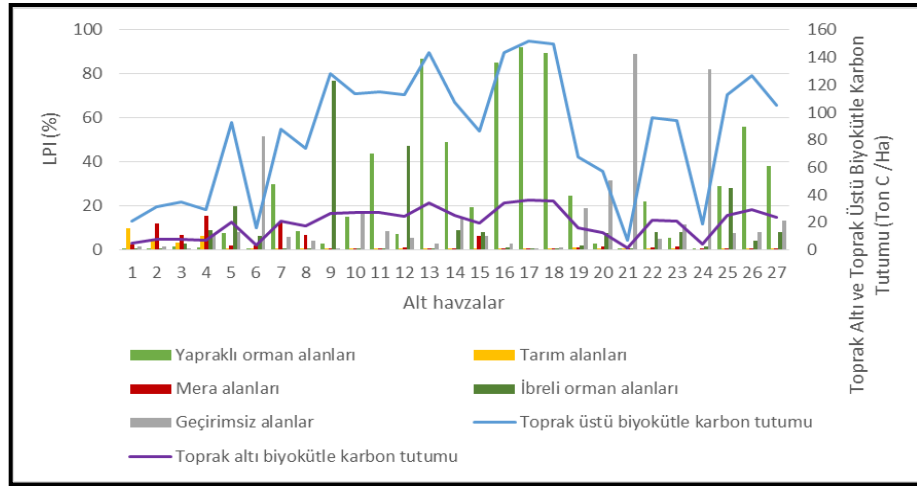


Şekil 4.82: Alt havzalarda arazi kullanımlarında ölü örtü karbon tutumu ve LPI arasındaki ilişki.

Korelasyonlar yapraklı ve ibrelil orman alanları en büyük ünite boyutunun artması sonucunda toprak ve ölü örtü karbon tutumunun artacağını; geçirimsiz alanlar en büyük ünite boyutunun artması ise tam tersine bu karbon havuzlarındaki karbon tutumlarının azalacağını göstermektedir. Tarım ve mera alanlarının en büyük ünite boyutunun

artması ölü örtü karbon tutumunu azaltırken, bu alanlar için LPI ile toprak karbon tutumları için istatistiki olarak bir korelasyon bulunamamıştır.

Yapraklı orman alanlarında en büyük ünite boyutunun artması toprak altı ve toprak üstü biyokütle karbon tutumunu artırmakta; mera, tarım ve geçirimsiz alanlarda ise bu alanlara ait en büyük ünitelerin boyutlarının artması bu tutumları azaltmaktadır (Şekil 4.83).



Şekil 4.83: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak altı ve toprak üstü karbon tutumu ve LPI arasındaki ilişki.

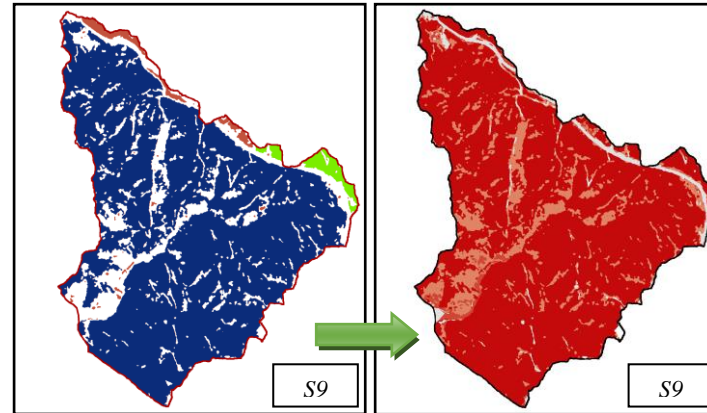
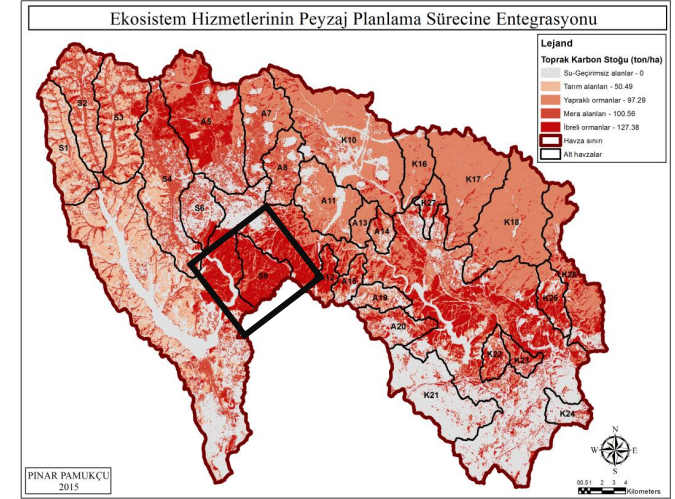
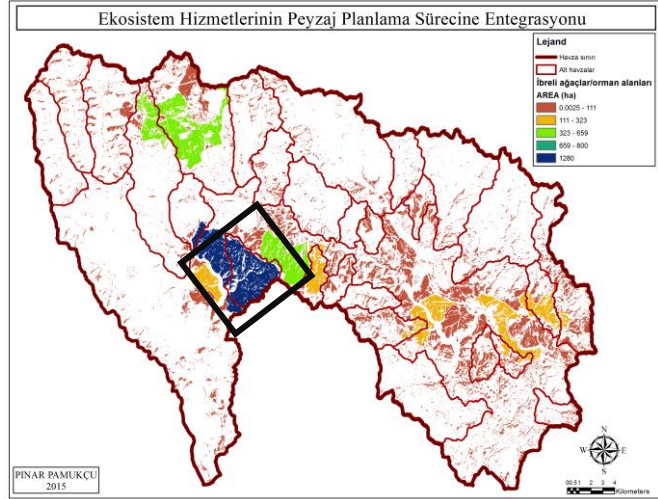
PLAND ve LPI ile karbon tutumu hizmeti arasındaki ilişkinin mekânsal olarak gösterilmesi amacıyla;

- toprak karbon tutumunun en yüksek olduğu havzada (S9) ibrelî ağaçlar/orman alanlarının alan dağılımı (Şekil 4.84), en yüksek olduğu yapraklı orman havzasında (K17) yapraklı ağaçlar/orman alanlarının alan dağılımı (Şekil 4.85), en düşük olduğu havzada (K21) geçirimsiz alanların alan dağılımı (Şekil 4.86),

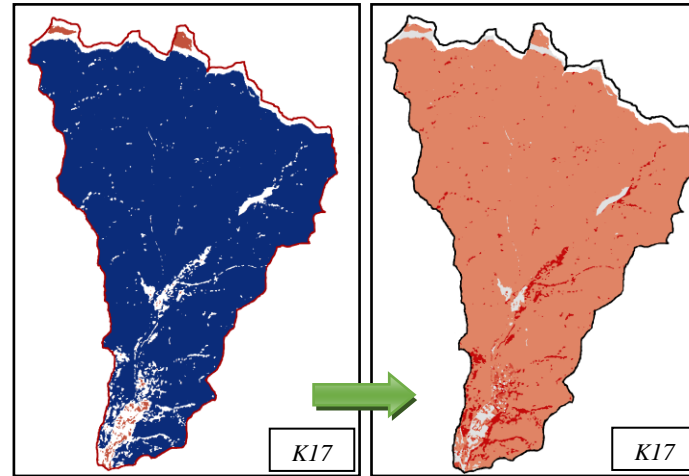
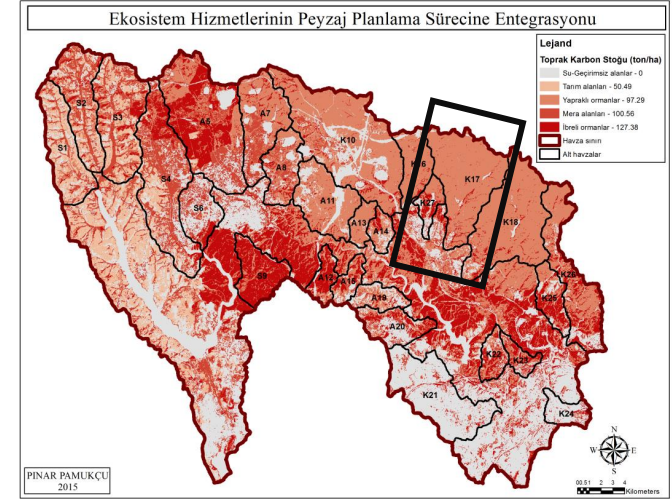
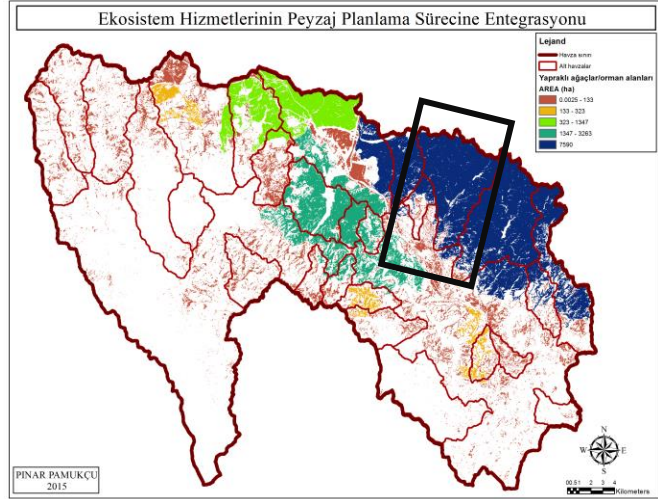
- ölü örtü karbon tutumunun en yüksek olduğu havzada (S9) ibrelî ağaçlar/orman alanlarının alan dağılımı (Şekil 4.87), en yüksek olduğu yapraklı orman havzasında (K17) yapraklı ağaçlar/orman alanlarının alan dağılımı (Şekil 4.88), en düşük olduğu tarım havzasında (S3) tarım alanlarının alan dağılımı (Şekil 4.89) ve ölü örtü karbon tutumunun en düşük olduğu havzada (K21) geçirimsiz alanların alan dağılımı (Şekil 4.90),

- toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbon tutumunun en yüksek olduğu havzada (K17) yapraklı ağaçlar/orman alanlarının alan dağılımı (Şekil 4.91), en düşük olduğu

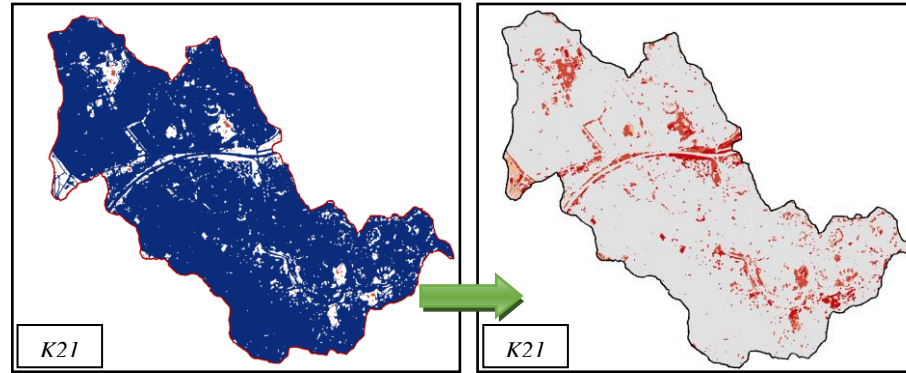
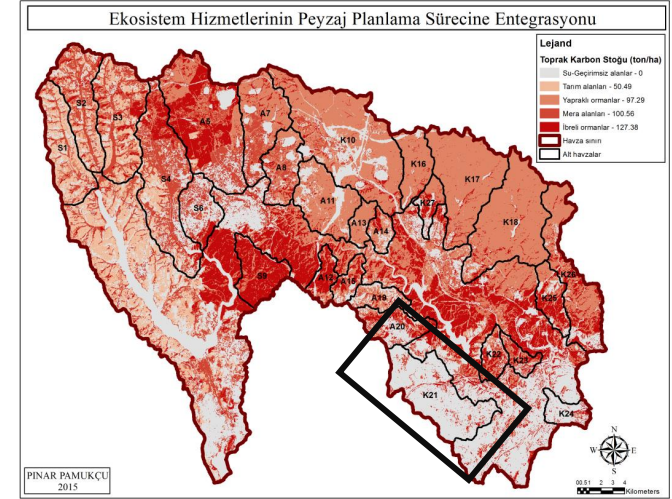
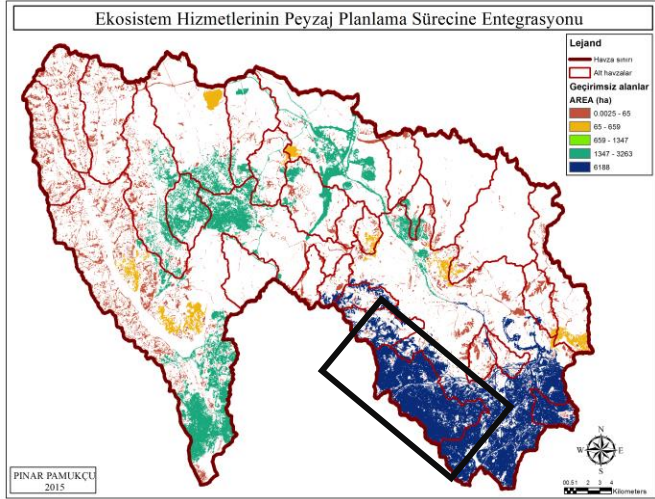
mera havzasında (S2) mera alanlarının alan dağılımı (Şekil 4.92), en düşük olduğu tarım havzasında (S3) tarım alanlarının alan dağılımı (Şekil 4.93) ve en düşük olduğu havzada (K21) geçirimsiz alanların alan dağılımı (Şekil 4.94) ile haritalandırılmıştır.



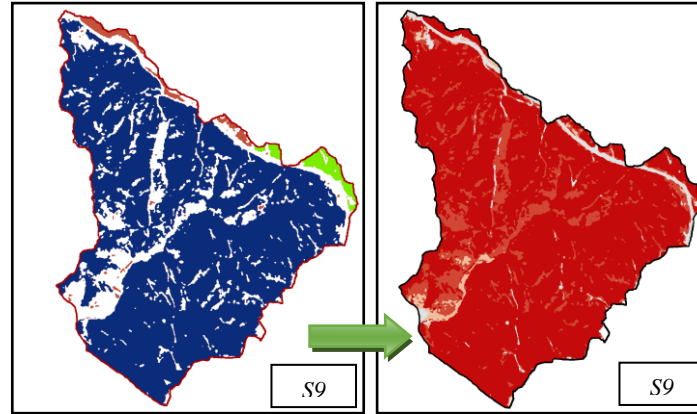
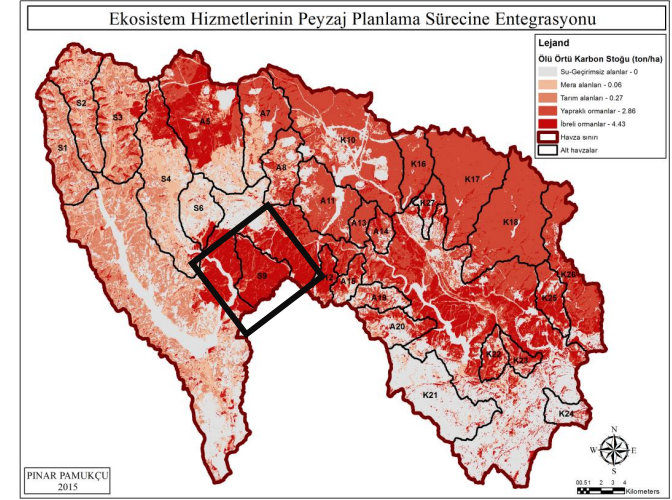
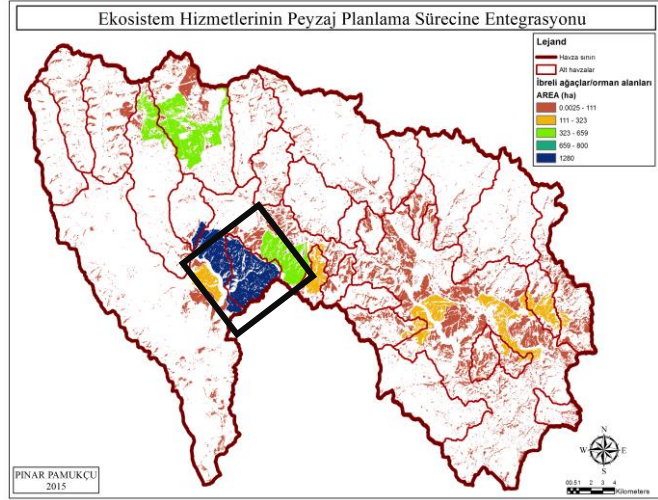
Şekil 4.84: Toprak karbon tutumunun en yüksek olduğu havzada (S9) ibrelî ağaçlar/orman alanlarının alan dağılımı.



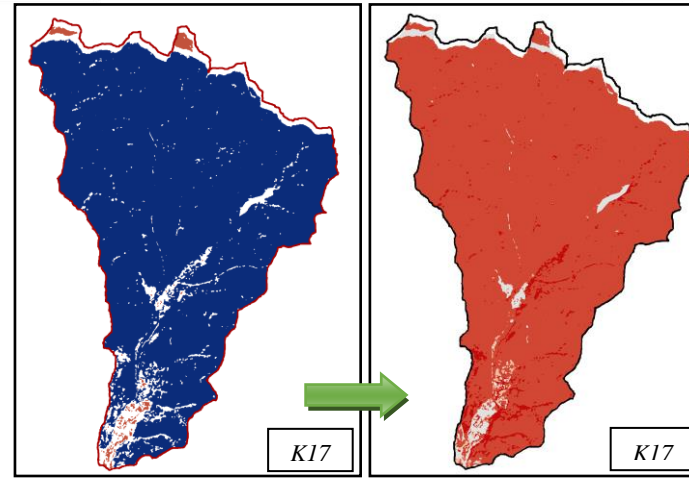
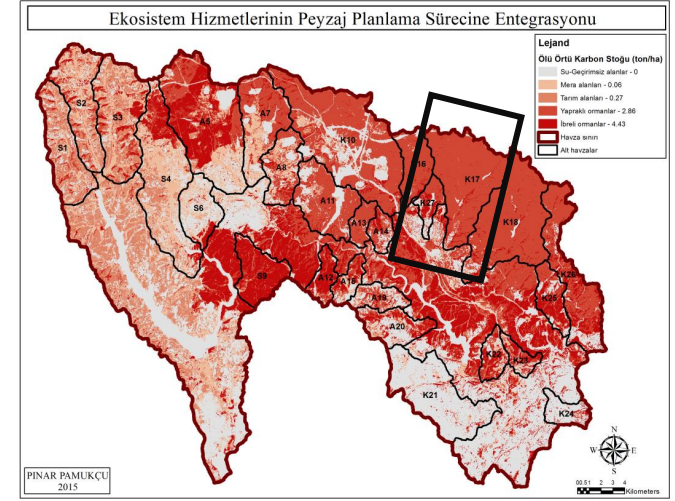
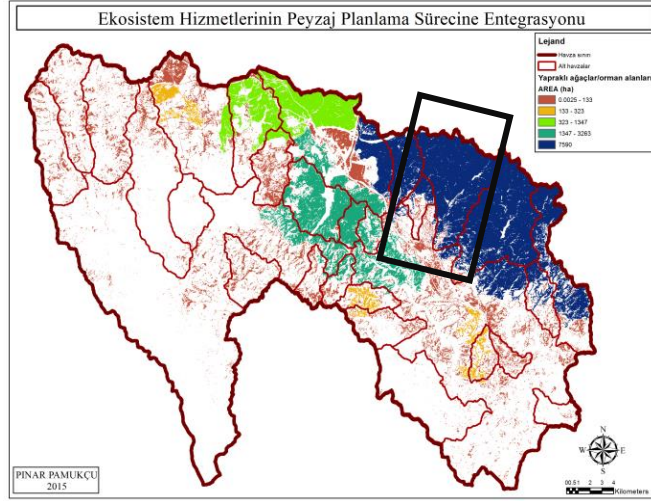
Şekil 4.85: Toprak karbon tutumunun en yüksek olduğu yapraklı orman havzasında (K17) yapraklı ağaçlar/orman alanlarının alan dağılımı.



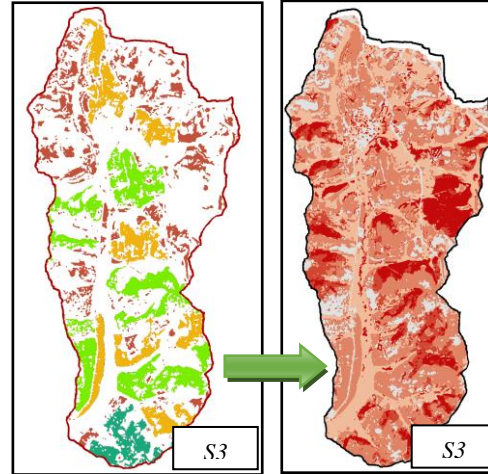
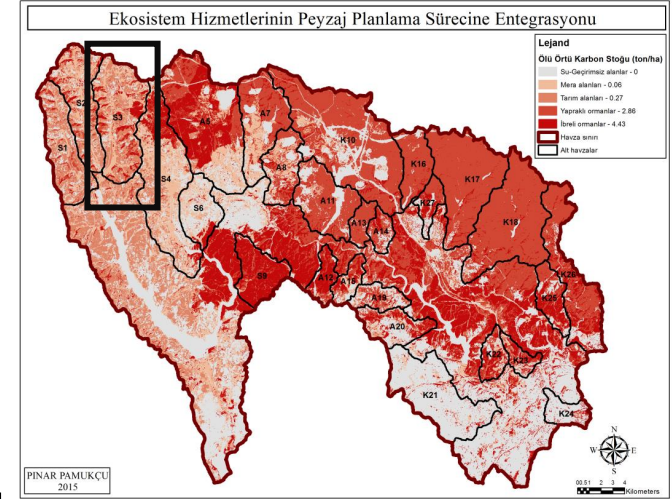
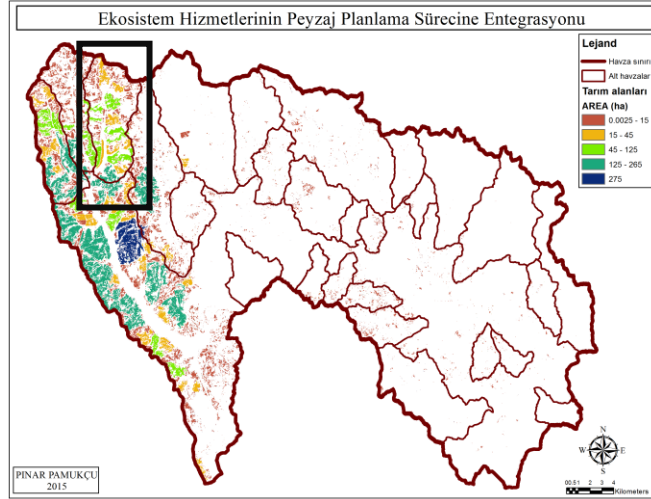
Şekil 4.86: Toprak karbon tutumunun en düşük olduğu havzada (K21) geçirimsiz alanların alan dağılımı.



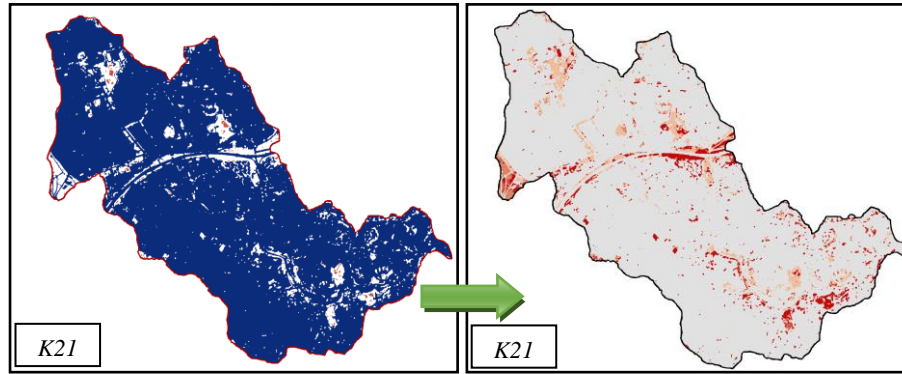
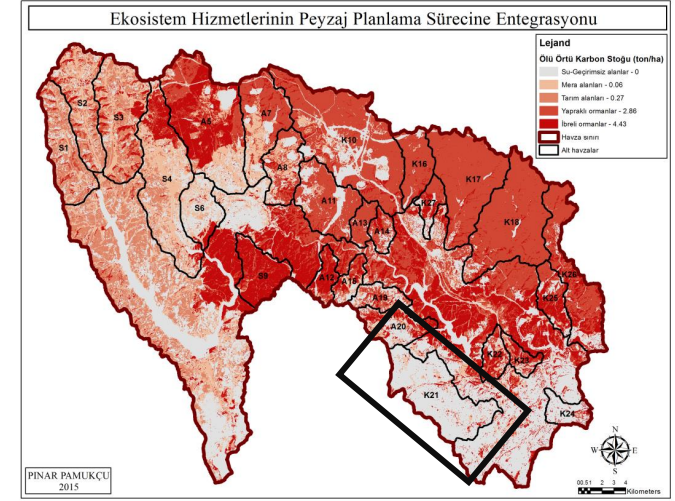
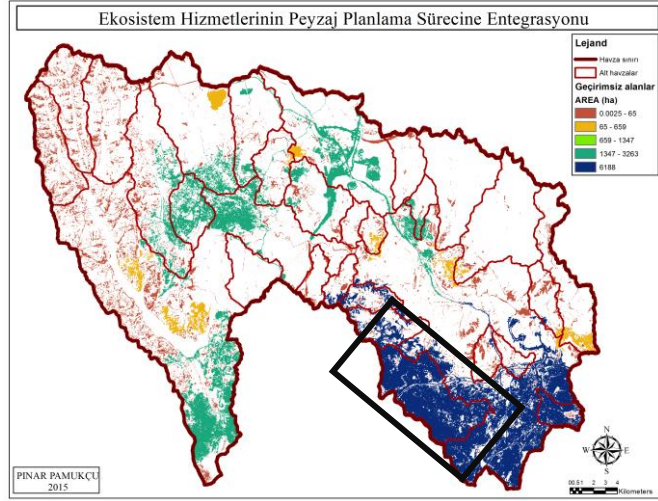
Şekil 4.87: Ölü örtü karbon tutumunun en yüksek olduğu havzada (S9) ibrelî ağaçlar/orman alanlarının alan dağılımı.



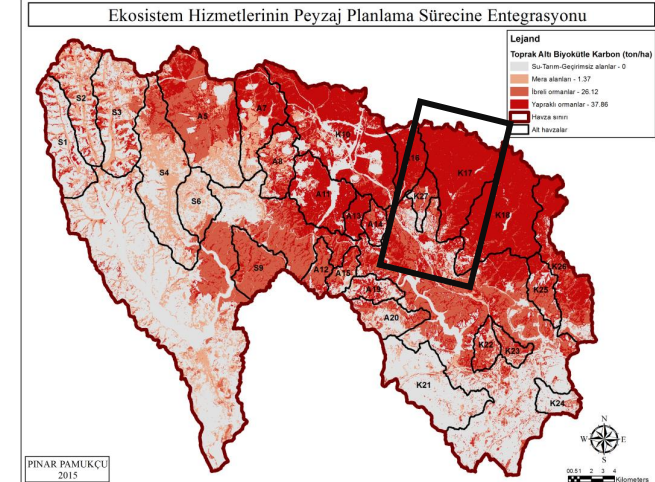
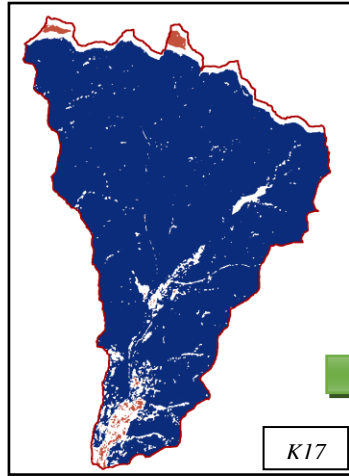
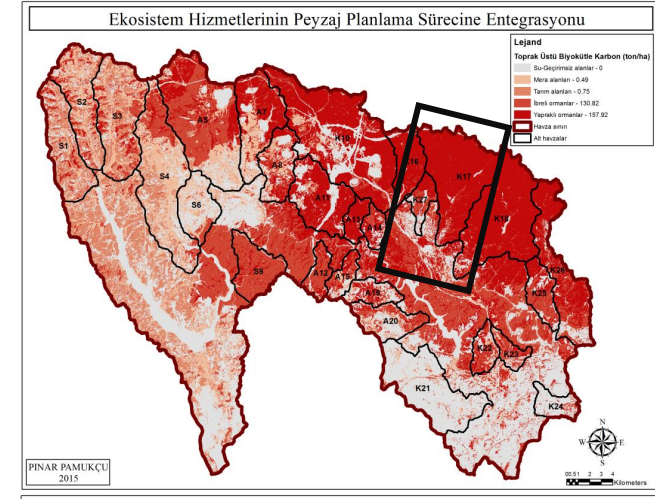
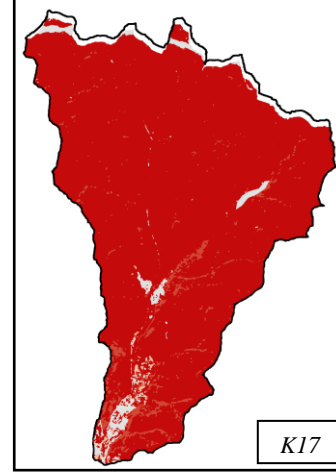
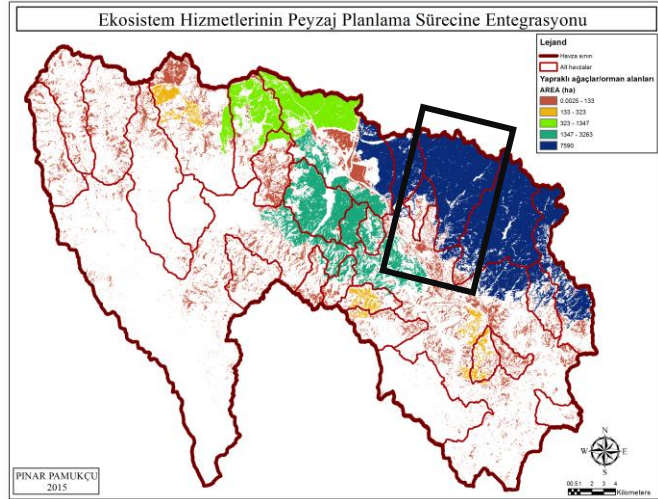
Şekil 4.88: Ölü örtü karbon tutumunun en yüksek olduğu yapraklı orman havzasında (K17) yapraklı ağaçlar/orman alanlarının alan dağılımı.



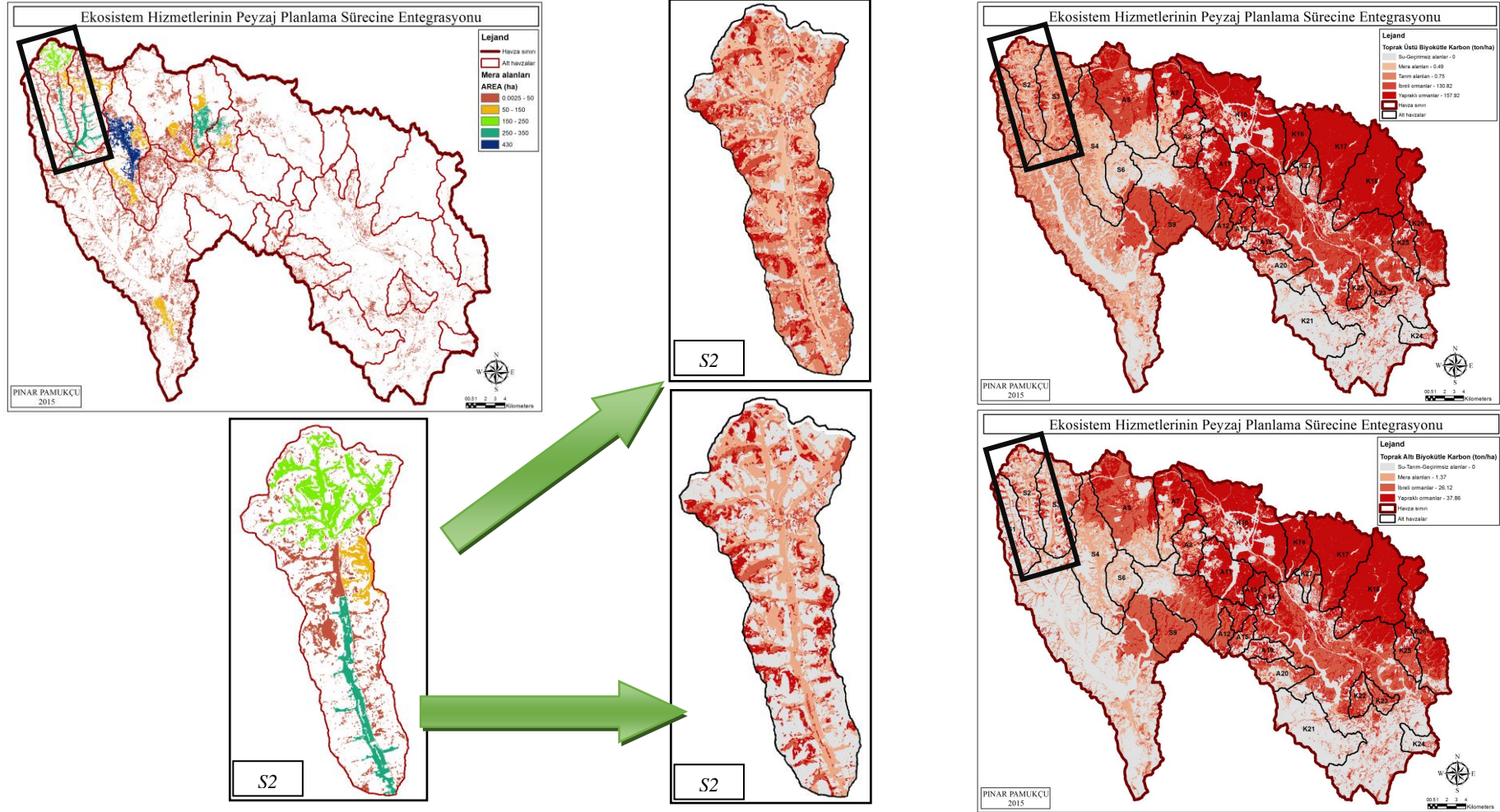
Şekil 4.89: Ölü örtü karbon tutumunun en düşük olduğu tarım havzasında (S3) tarım alanlarının alan dağılımı.



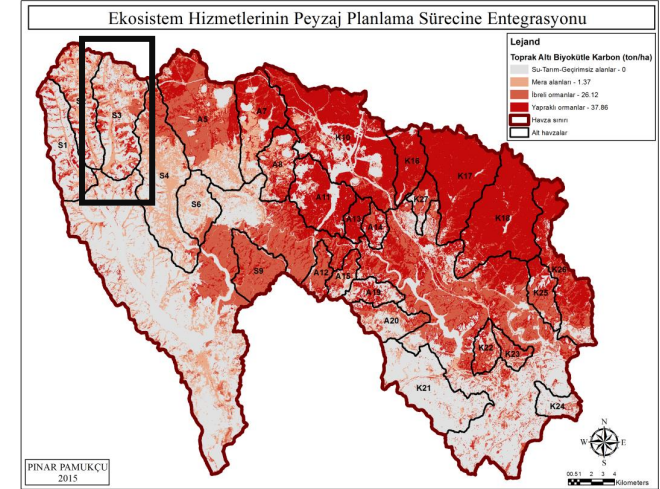
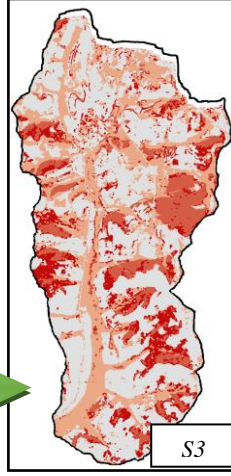
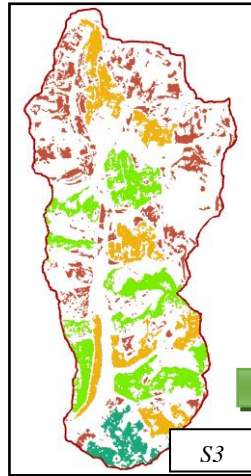
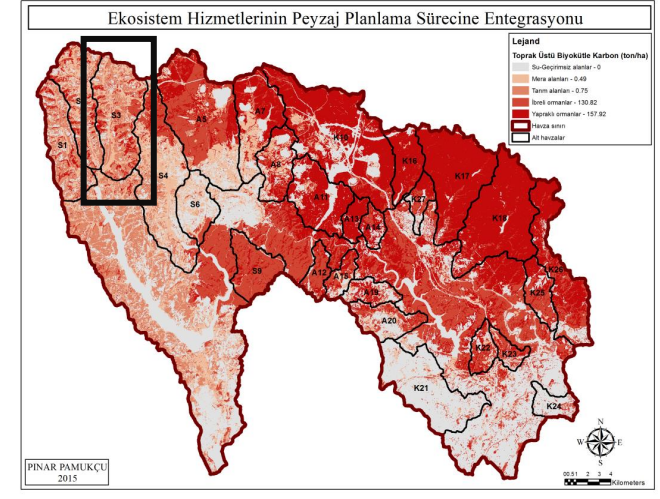
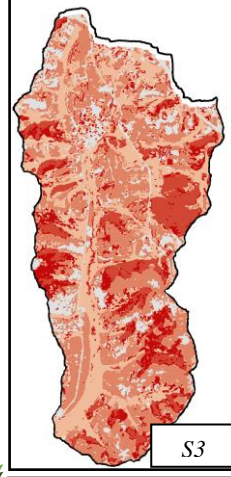
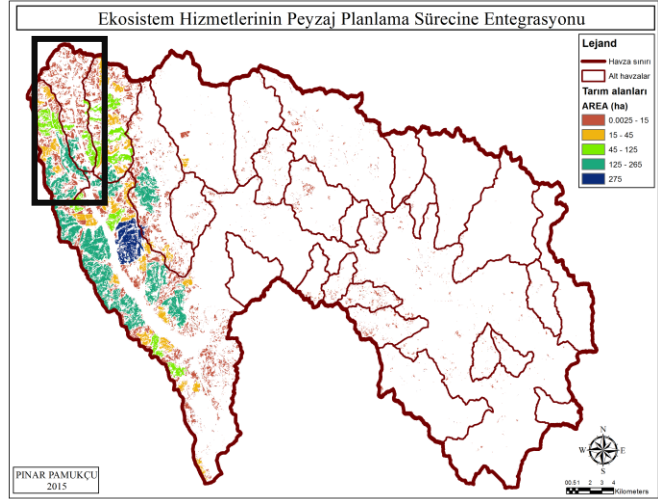
Şekil 4.90: Ölü örtü karbon tutumunun en düşük olduğu havzada (K21) geçirimsiz alanların alan dağılımı.



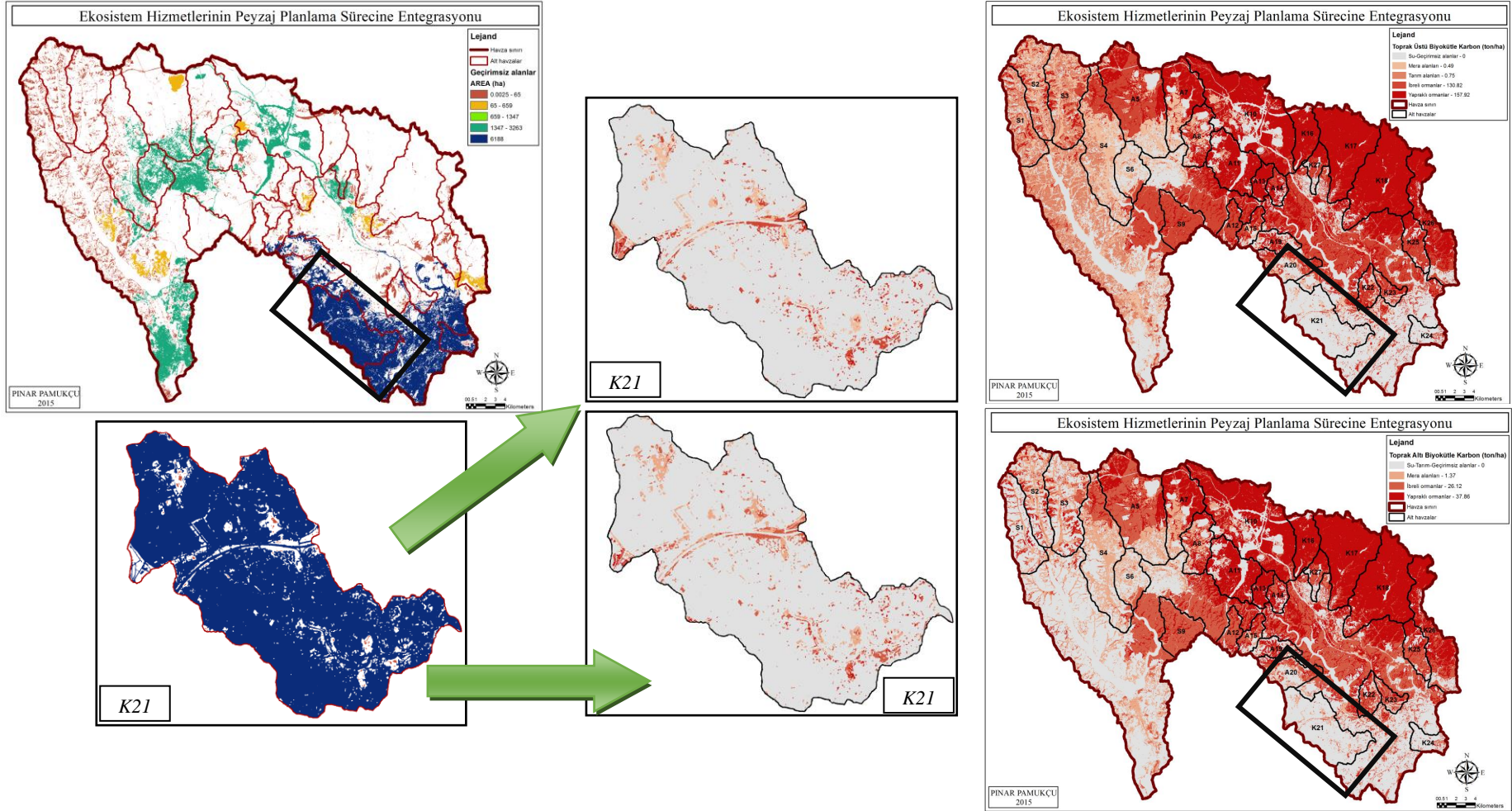
Şekil 4.91: Toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbon tutumunun en yüksek olduğu havzada (K17) yapraklı ağaçlar/orman alanlarının alan dağılımı.



Şekil 4.92: Toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbon tutumunun en düşük olduğu mera havzasında (S2) alan dağılımı.

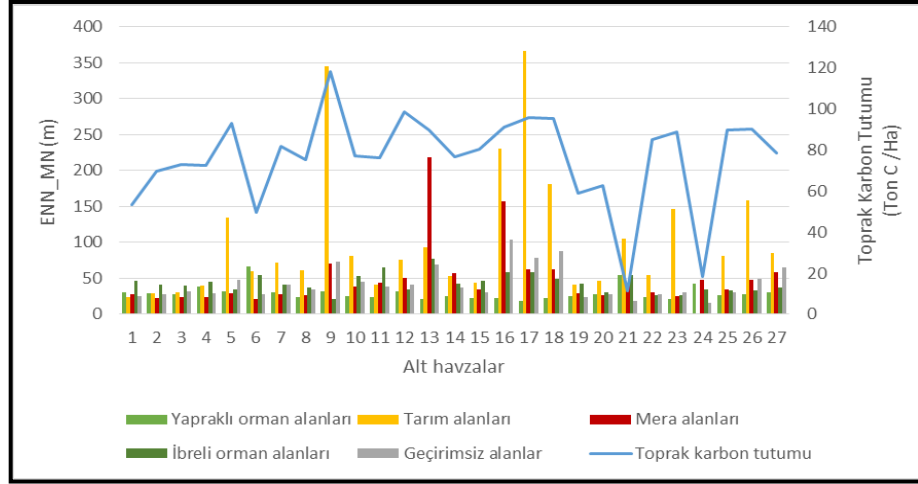


Şekil 4.93: Toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbon tutumunun en düşük olduğu tarım havzasında (S3) alan dağılımı.

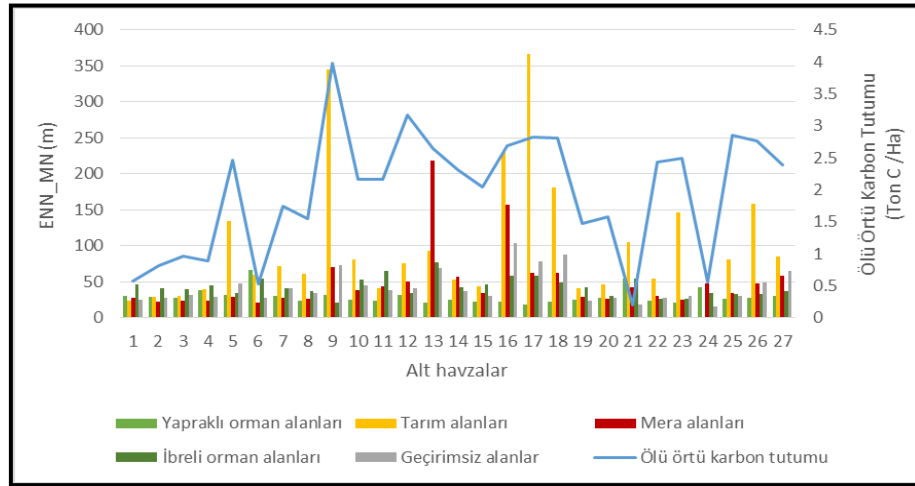


Şekil 4.94: Toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbon tutumunun en düşük olduğu havzada (K21) geçirimsiz alanların alan dağılımı.

- Karbon tutumu ve ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN): Çalışmada farklı arazi kullanımları için ortalama en yakın komşunun mesafesi (ENN_MN) ile karbon tutum hizmeti arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.29); yapraklı orman alanlarında değerlendirilen tüm karbon havuzlarının (toprak, ölü örtü, toprak altı ve toprak üstü biyokütle) karbon değerleri ile ENN_MN arasında negatif korelasyon; geçirimsiz yüzeylerde ise pozitif korelasyon bulunmuştur (Şekil 4.95 ve Şekil 4.96).



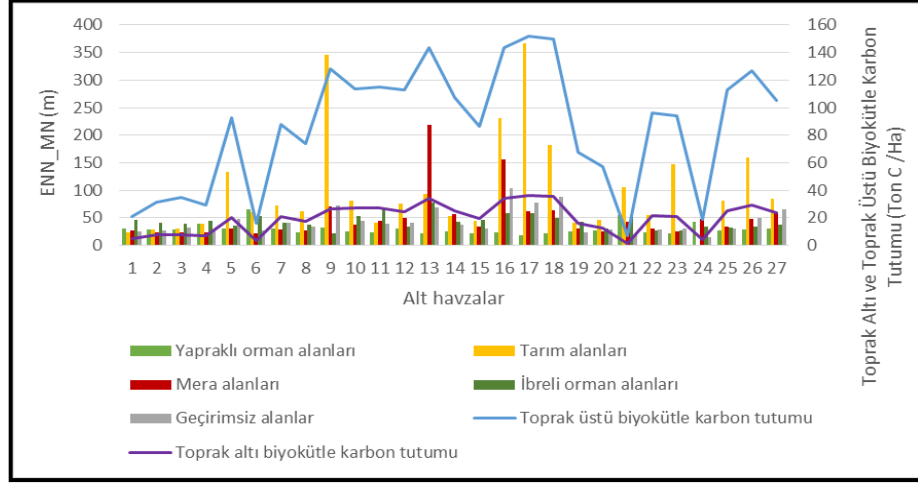
Şekil 4.95: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak karbon tutumu ve ENN_MN arasındaki ilişki.



Şekil 4.96: Alt havzalarda arazi kullanımlarında ölü örtü karbon tutumu ve ENN_MN arasındaki ilişki.

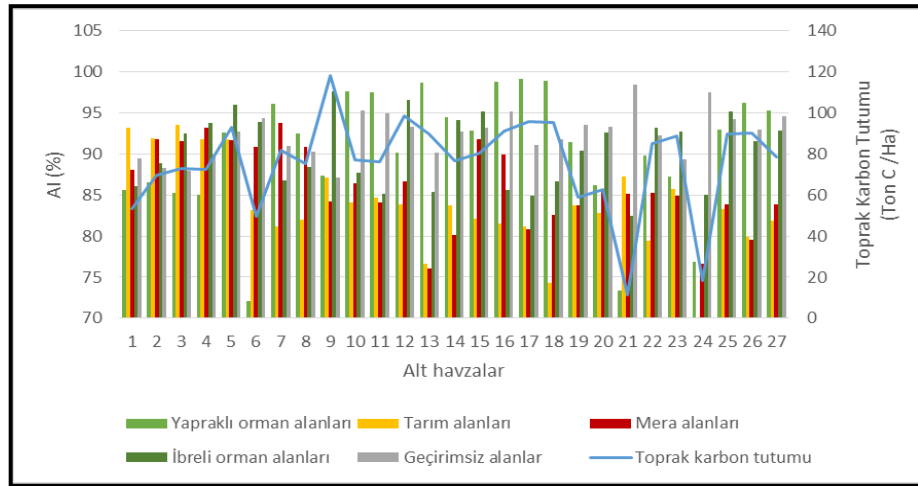
Korelasyonlar, yapraklı orman alan ünitelerinin birbirinden uzaklaştıkça, karbon tutum değerinin düşmesi; geçirimsiz alan ünitelerinin birbirinden uzaklaştıkça ise karbon tutum değerinin artmasını göstermektedir.

Mera alanlarında toprak karbon tutumu hariç diğer hesaplanan karbon tutumu ile ENN_MN arasında pozitif (Şekil 4.97); tarım alanlarında ise toprak ve ölü örtü karbon tutumu ile ENN_MN arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır. İbrelî ormanlarda ise hesaplanan karbon tutum değerleri ile ENN_MN arasında korelasyon bulunamamıştır.

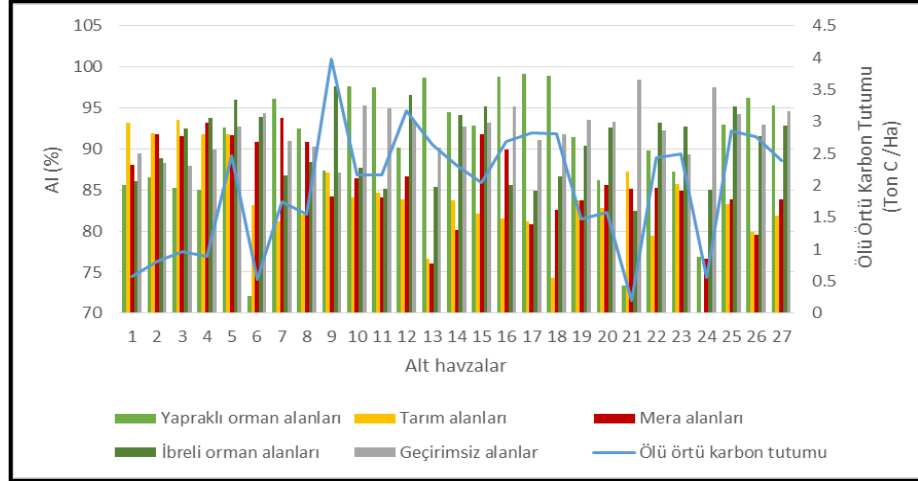


Şekil 4.97: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak altı ve toprak üstü karbon tutumu ve ENN_MN arasındaki ilişki.

- Karbon tutumu ve kümelenme indeksi (AI): Çalışmada farklı arazi kullanımları için kümelenme indeksi (AI) ile karbon tutumu hizmeti arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.29); yapraklı orman alanlarında hesaplanan tüm karbon değerleri ile AI arasında pozitif ilişki bulunmuştur (Şekil 4.98 ve Şekil 4.99).



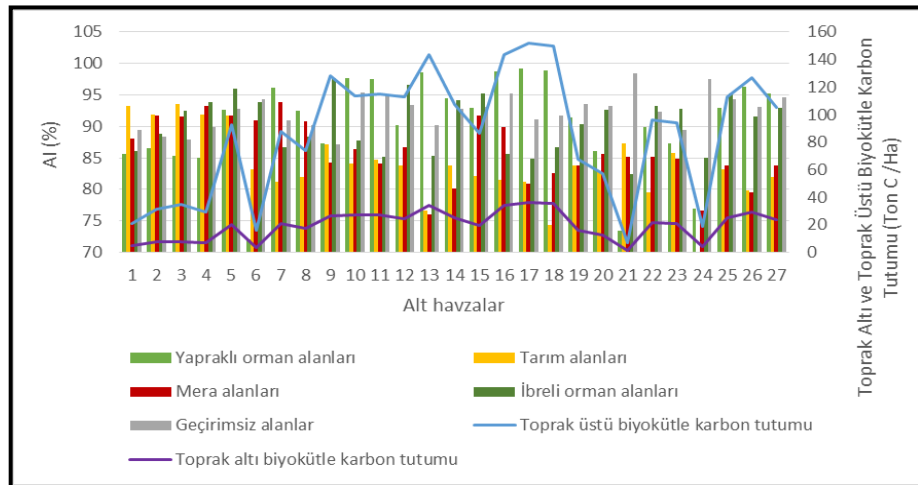
Şekil 4.98: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak karbon tutumu ve AI arasındaki ilişki.



Şekil 4.99: Alt havzalarda arazi kullanımlarında ölü örtü karbon tutumu ve AI arasındaki ilişki.

İbrelili ormanlarda ise AI sadece toprak karbon değeri önemli ve pozitif; geçirimsiz alanlarda ise negatif korelasyona sahiptir.

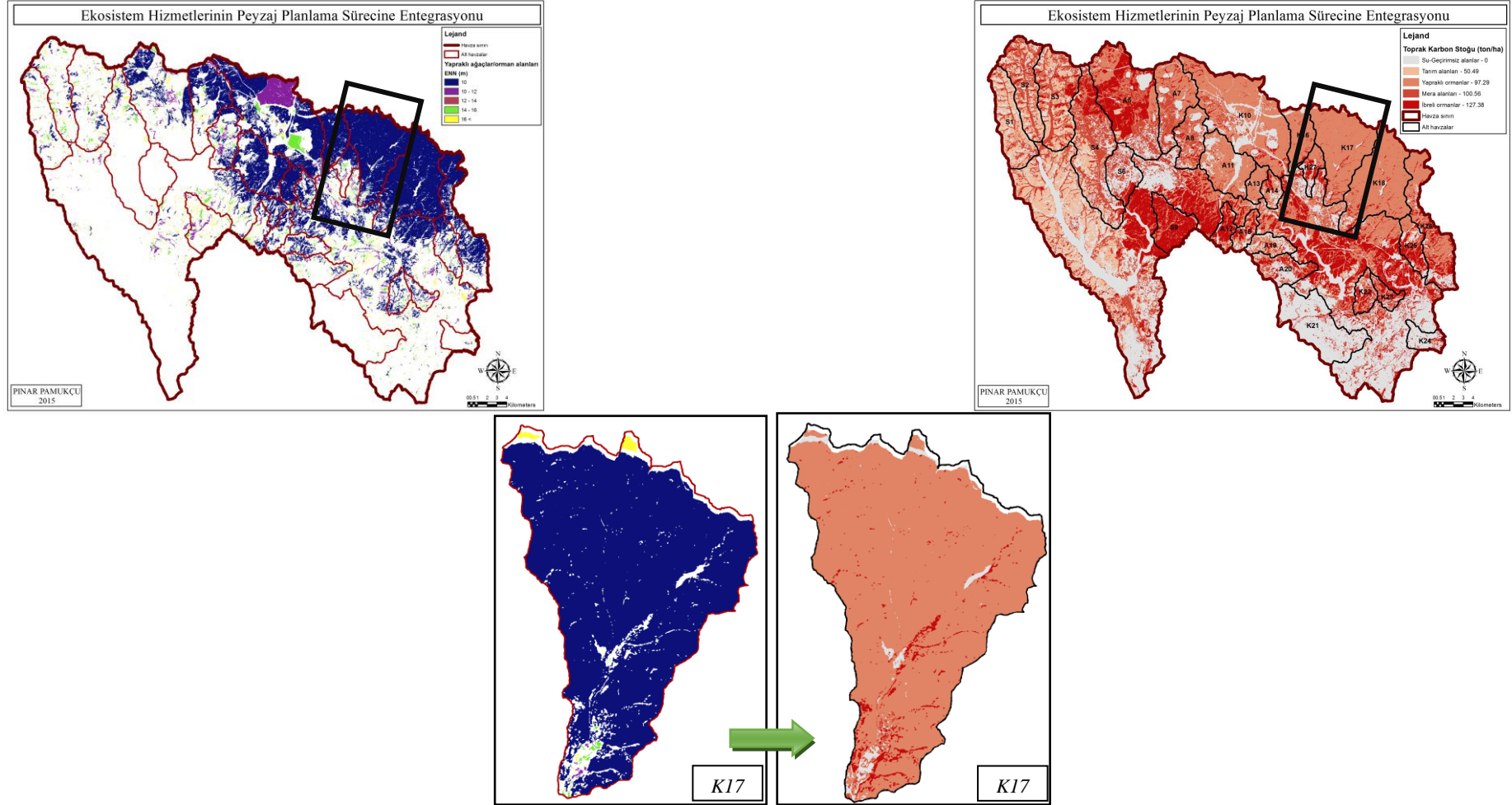
Mera alanlarında hesaplanan toprak altı ve toprak üstü biyokütle karbon değerleri ile AI arasındaki ilişki negatif; tarım alanlarında toprak karbonu hariç diğer üç karbon değeri ile AI arasındaki ilişki de önemli ve negatiftir (Şekil 4.100). Arazi kullanımlarındaki kümelenmenin artması yapraklı ve ibrelili orman alanlarında karbon tutumunu artırırken; karbon tutumunun daha az olduğu mera, tarım ve geçirimsiz alanlarda kümelenmenin artması karbon tutumunu azaltmaktadır.



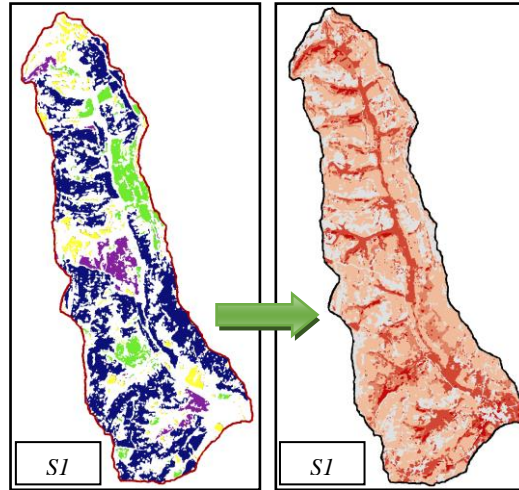
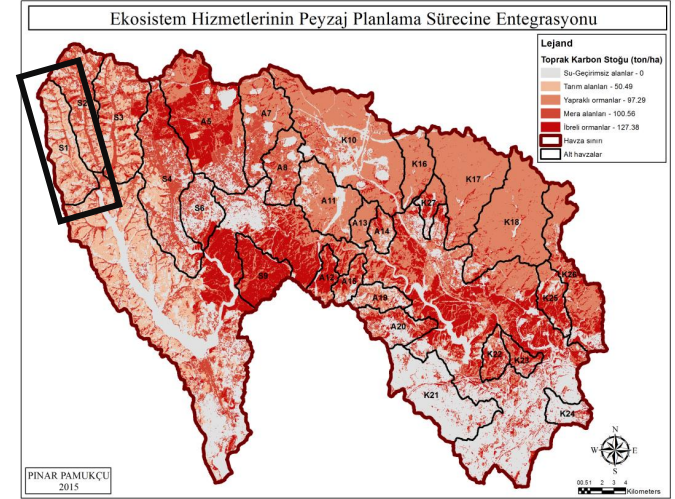
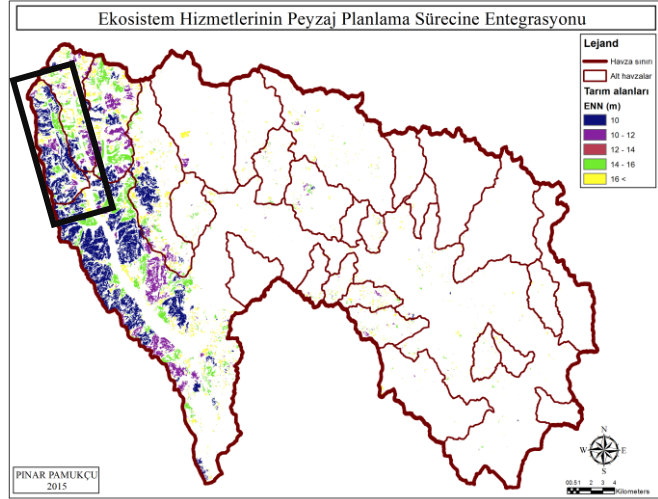
Şekil 4.100: Alt havzalarda arazi kullanımlarında toprak altı ve toprak üstü karbon tutumu ve AI arasındaki ilişki.

ENN_MN ve AI ile karbon tutumu hizmeti arasındaki ilişkinin mekânsal olarak gösterilmesi amacıyla;

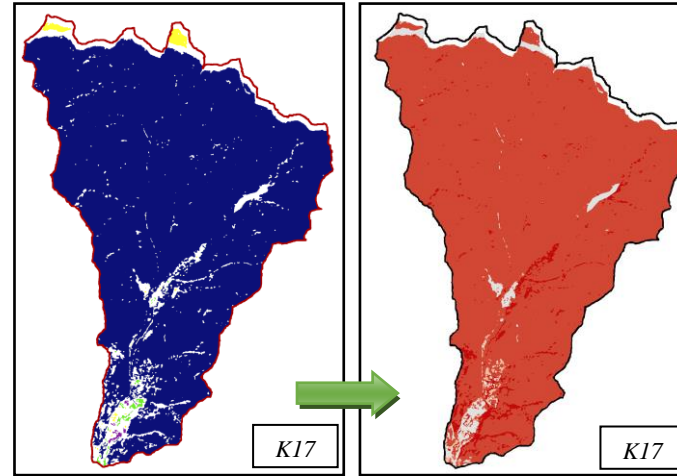
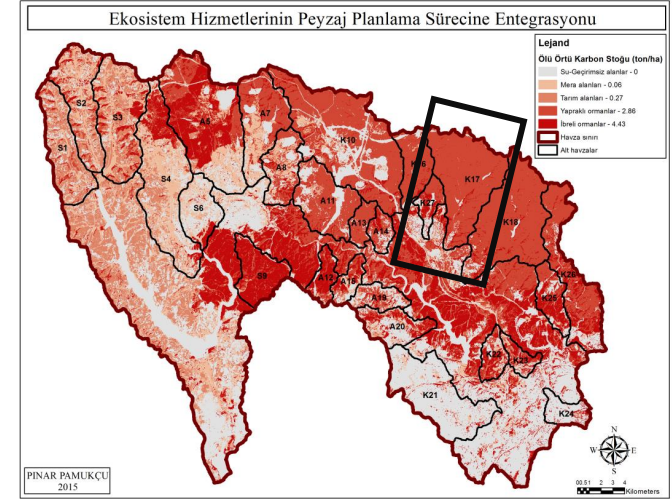
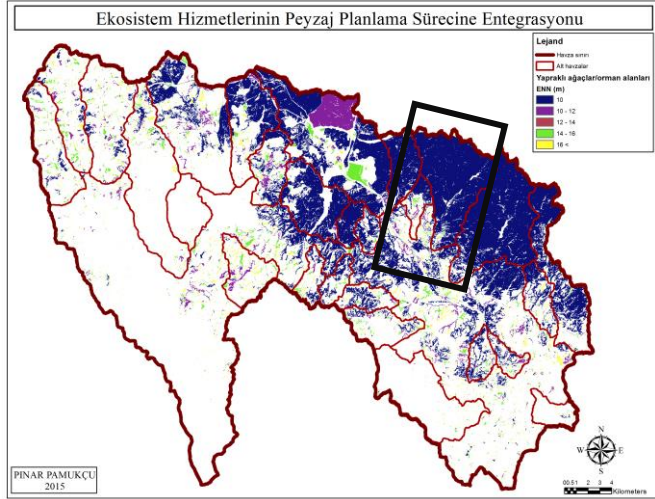
- toprak karbon tutumunun en yüksek olduğu yapraklı orman havzasında (*K17*) (Şekil 4.101) ve en düşük olduğu tarım havzasında (*S1*) (Şekil 4.102),
- ölü örtü karbon tutumunun en yüksek olduğu yapraklı orman havzasında (*K17*) (Şekil 4.103), en düşük olduğu tarım havzasında (*S1*) (Şekil 4.104) ve en düşük olduğu mera havzasında (*S2*) (Şekil 4.105),
- toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbon tutumunun en yüksek olduğu havzada (*K17*) (Şekil 4.106) en yakın komşunun mesafesi haritalandırılmıştır.



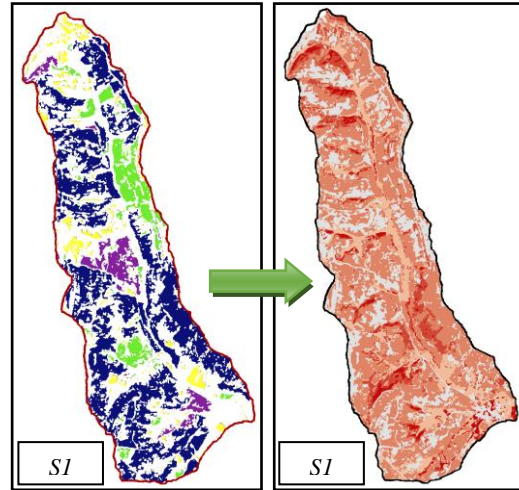
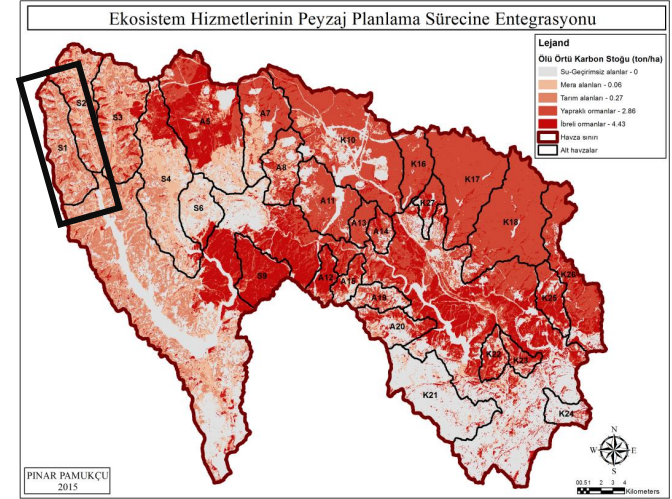
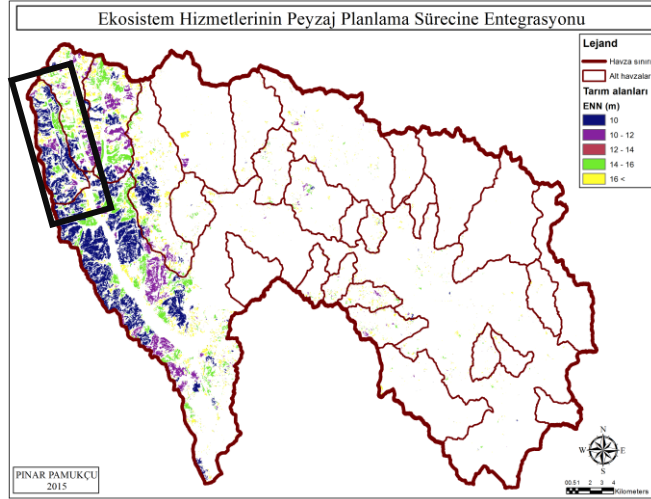
Şekil 4.101: Toprak karbon tutumunun en yüksek olduğu yapraklı orman havzasında (K17) en yakın komşunun mesafesi.



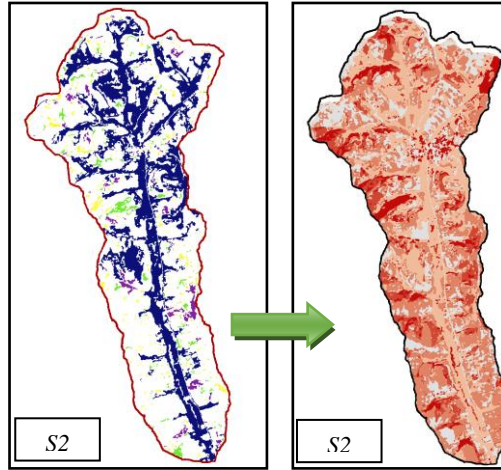
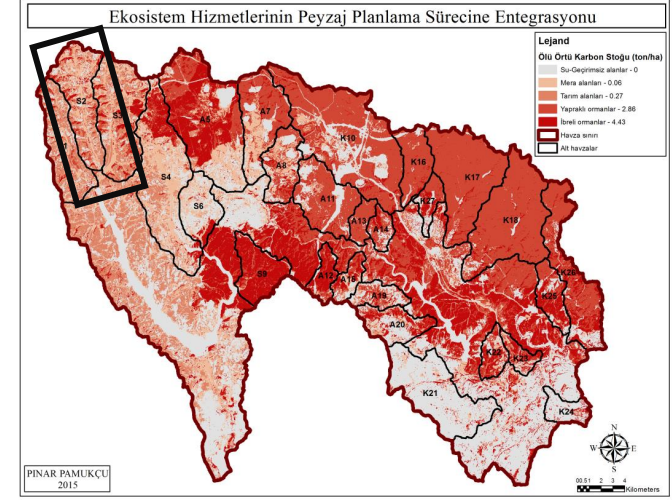
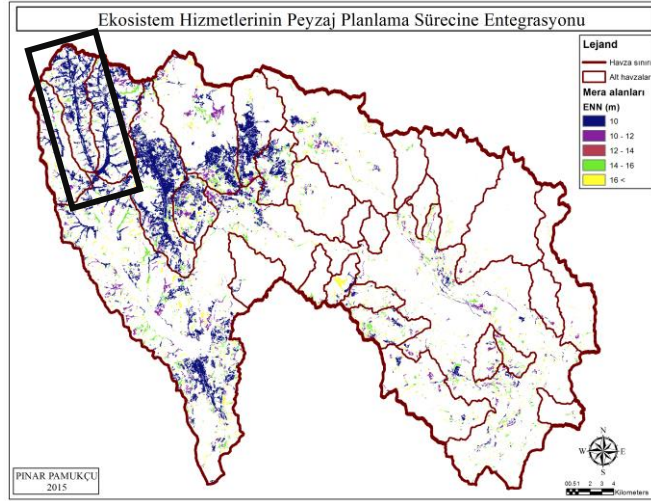
Şekil 4.102: Toprak karbon tutumunun en düşük olduğu tarım havzasında (SI) en yakın komşunun mesafesi.



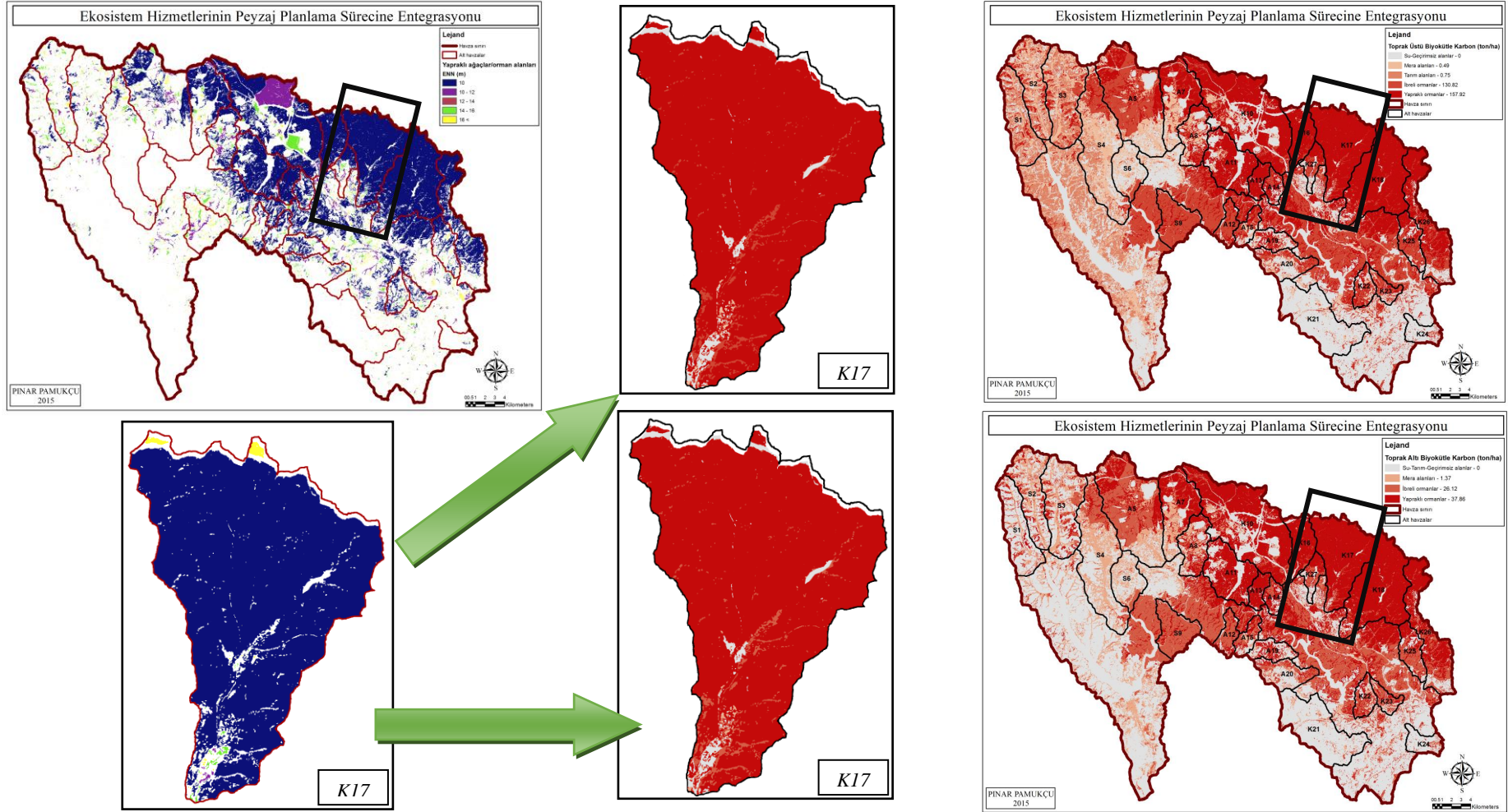
Şekil 4.103: Ölü örtü karbon tutumunun en yüksek olduğu yapraklı orman havzasında (K17) en yakın komşunun mesafesi.



Şekil 4.104: Ölü örtü karbon tutumunun en düşük olduğu tarım havzasında (SI) en yakın komşunun mesafesi.



Şekil 4.105: Ölü örtü karbon tutumunun en düşük olduğu mera havzasında (S2) en yakın komşunun mesafesi.



Şekil 4.106: Toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbon tutumunun en yüksek olduğu havzada (K17) en yakın komşunun mesafesi.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlama sürecine entegrasyonunun sağlanması amacıyla yapılan bu çalışmada, çalışma alanı arazi kullanımlarına göre sayısallaştırılan ekosistem hizmetleri (su üretim hizmeti, toprak koruma hizmeti ve karbon tutumu hizmeti) ile peyzaj strüktürü birlikte hem istatistiksel hem de mekânsal olarak değerlendirilmiştir.

5.1. EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN NİCEL DEĞERLERİ

Bu tez çalışmasında ekosistemlerden sağlanan ve çalışma alanında sınıflandırılan arazi kullanımları için sayısallaştırılabilecek temel hizmetlerden su üretim hizmeti, toprak koruma ve karbon tutumu hizmeti seçilmiştir.

Sayısallaştırılan ekosistem hizmetlerinin en yüksek ve en düşük sağlandığı değerlerin alt havzalara göre dağılımları ve bu alt havzaların ana arazi kullanımları Tablo 5.1’de gösterilmiştir.

Tablo 5.1: Ekosistem hizmet değerlerinin alt havzalara göre dağılımı.

Ekosistem Hizmeti	En düşük hizmeti sağlayan alt havza			En yüksek hizmeti sağlayan alt havza			
	Alt havza	Alt havzanın ana arazi kullanımı	Alt havzanın ana arazi kullanımının yoğunluğu (%)	Alt havza	Alt havzanın ana arazi kullanımı	Alt havzanın ana arazi kullanımının yoğunluğu (%)	
Su üretimi hizmeti	- Su verimi	K17	Orman alanı	96.88	K21	Geçirimsiz alan	89.63
	- Su kalitesinin iyileştirilmesi	K21	Geçirimsiz alan	89.63	K17	Yapraklı orman alanı	93.27
	- Sel-taşkın riskinin önlenmesi	K21	Geçirimsiz alan	89.63	K17	Yapraklı orman alanı	93.27
Toprak koruma hizmeti	S1	Tarım alanı	46.93	S9	İbrelili orman alanı	80.39	
Karbon tutumu hizmeti	- Toprak	K21	Geçirimsiz alan	89.63	S9	İbrelili orman alanı	80.39
	- Ölü örtü	K21	Geçirimsiz alan	89.63	S9	İbrelili orman alanı	80.39
	- Toprak üstü biyokütle	K21	Geçirimsiz alan	89.63	K17	Yapraklı orman alanı	93.27
	- Toprak altı biyokütle	K21	Geçirimsiz alan	89.63	K17	Yapraklı orman alanı	93.27

Su üretiminin ortaya konması ve planlamalarda bu ekosistem hizmetinin göz önünde bulundurulması; su veriminin (miktarının) düzenlenmesine, su kalitesinin iyileştirilmesine ve aynı zamanda sel-taşkın riskinin azaltılmasına yardımcı olabilmektedir. Başka bir deyişle, alt hizmet olarak alınan tüm bu hizmetlerin değerlendirilmesi ile su üretim hizmetinin daha sağlıklı ve daha iyi olması sağlanabilecektir.

Çalışmada su verimi, su üretim hizmetinin alt hizmeti olarak incelenmiştir. Arazi kullanımları su verimini doğrudan etkilemektedir. Çalışma alanı için CN değerlerine göre hesaplanan su verimi (yağışın akışa geçtiği miktar) orman alanlarında en azdır. Su veriminin orman alanlarında daha az olmasında edafik parametreler ile ölü-diri örtünün yoğunluğu ve kalınlığı etkindir. Su verimi açısından orman alanlarını sırasıyla tarım alanları, mera alanları ve geçirimsiz yüzeyler izlemektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre tarım alanlarında tutulan su miktarı mera alanlarına göre yaklaşık %24.5 daha düşüktür. Bunun sebeplerinden birisi tarım alanlarındaki bitki yoğunluğunun mera alanlarına göre daha fazla olmasıdır. Bundan dolayı tarım alanlarında infiltrasyon ve akış, mera alanlarına göre daha azdır. Burada eğim faktörünün de etkili olduğu söylenebilir. Eğim sınıfları içerisinde tarım alanlarının bulunduğu eğimler mera alanlarının bulunduğu eğimlere göre daha azdır. Örneğin; Pamukçu ve diğ. (2014)'e göre Marmara Bölgesi'nde yapılan çalışmada mera alanları tarım alanlarına göre daha eğimli alanlarda yer almaktadır. Yüzeysel akışın fazla ve konsantrasyon zamanının hızlı olmasından dolayı yollar, binalar ve tesisler gibi geçirimsiz yüzeylerin bulunduğu alanlarda ise su verimi mera alanlarına göre %56, tarım alanlarına göre yaklaşık %94, orman alanlarına göre ise yaklaşık 1.4 kat daha fazladır. Dolayısıyla su veriminin en fazla olduğu arazi kullanımı geçirimsiz yüzeylerdir.

Tüm alt havzalar içerisinde en fazla su tutumunun dolayısıyla en düşük su veriminin olduğu havza en fazla orman yoğunluğuna (%96.88) sahip olan *K17* havzası, en az su tutumunun dolayısıyla en yüksek su veriminin olduğu havza ise en fazla geçirimsiz yüzey yoğunluğuna (%89.63) sahip olan *K21*'dir (Tablo 5.1).

Çalışmada su üretim hizmetinin incelenen ikinci alt hizmeti su kalitesinin iyileştirilmesidir. Çalışmada hem fiziksel su kalite parametreleri ölçülmüş, hem de kimyasal su kalite parametreleri literatür verilerine göre çalışma alanı için yeniden

hesaplanmıştır. Arazi kullanımları suyun fiziksel kalite parametrelerinden toplam askıdaki katı madde miktarını doğrudan etkilemektedir. Ölçülen ve hesaplanan fiziksel kalite parametrelerine göre havzalardaki geçirimsiz yüzey yoğunluğu ile su kalitesinin ters orantılı olarak değiştiği görülmektedir. Lee ve diğ. (2009)'un yaptığı çalışma da su kalite parametrelerinin geçirimsiz yüzey yoğunluğuna bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Fiziksel su kalite parametresi ölçülen tüm dere noktaları içerisinde en fazla su kirliliğinin olduğu belirlenen nokta *DN26*'dır. Orman alanlarının ve geçirimsiz yüzeylerin neredeyse eşit oranda yayıldığı *A20* alt havzasında çıkışa yakın yer alan bu noktanın yüksek derecede bulanıklığa ve toplam askıdaki katı madde miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. En az su kirliliğinin belirlendiği nokta ise *DN16*'dır. *DN16* noktası da neredeyse havzanın tamamına yakını orman alanı olan *K17* alt havzasında yer almaktadır.

Arazi kullanımları ile toplam Azot ve toplam Fosfor konsantrasyonları arasında da güçlü bir ilişki vardır (Johnson ve diğ., 1997). Çalışmada başlıca arazi kullanımı tarım olan *S1* ve *S3* alt havzalarının sırasıyla yıllık çıkan toplam Azot 5.77 kg/ha ve 4.34 kg/ha dır. Yıllık çıkan toplam Fosfor ise sırasıyla 1.17 kg/ha ve 0.83 kg/ha dır. Başlıca arazi kullanımı mera olan *S2* ve *S4* havzalarında ise sırasıyla yıllık çıkan toplam Azot 4.77 kg/ha ve 4.74 kg/ha dır. Yıllık çıkan toplam Fosfor ise sırasıyla 0.89 kg/ha ve 0.87 kg/ha dır. Başlıca arazi kullanımı geçirimsiz yüzey olan *S6* havzası için yıllık çıkan toplam Azot 7.64 kg/ha ve toplam Fosfor 1.54 kg/ha, *K21* alt havzası için yıllık çıkan toplam Azot 11.03 kg/ha ve toplam Fosfor 2.39 kg/ha (Tablo 5.1), *K24* alt havzası için ise yıllık çıkan toplam Azot 10.63 kg/ha ve toplam Fosfor 2.30 kg/ha dır. Geriye kalan tüm havzaların başlıca arazi kullanımları ormandır. Orman alanlarının yoğunluğuna ve orman alanlarını takip eden arazi kullanımının yoğunluğuna bağlı olarak yıllık çıkan toplam Azot 1.13 – 5.81 kg/ha arasında değişmektedir. Yıllık akışla çıkan toplam Fosfor ise 0.19 – 1.21 kg/ha arasındadır.

Yıllık akışla çıkan toplam Azot'un ve toplam Fosfor'un en yüksek olduğu orman havzası *A19* dur. Orman alanlarının ve geçirimsiz yüzeylerin neredeyse eşit oranda yayıldığı *A19* alt havzasında yıllık akışla çıkan toplam Azot 5.81 kg/ha ve toplam Fosfor 1.21 kg/ha dır. Yıllık akışla çıkan toplam Azot'un ve toplam Fosfor'un en düşük

olduğu havza %96.88 orman yoğunluğuna sahip olan *K17* alt havzasıdır (Tablo 5.1). *K17* alt havzasında yıllık akışla çıkan toplam Azot 1.13 kg/ha ve toplam Fosfor ise 0.19 kg/ha dır.

Sel-taşkın riskinin nicel olarak değerlendirilmesi de su üretim hizmetinin alt hizmeti olarak incelenmiştir. Alt havzaların hesaplanan konsantrasyon zamanları ve 50 yıl için pik akımlarına göre hektardaki akışları geçirimsiz yüzeylerde 2.15 – 2.39 m³/sn arasında iken; tarım alanlarında 0.61 m³/sn ve orman alanlarında 0.70 – 0.85 m³/sn dir. Geçirimsiz yüzeylerdeki konsantrasyon zamanının yüksek olması ve toprağın suyu bünyesine alamaması akışın yüksek olmasına neden olmaktadır. Bu yaklaşıma göre geçirimsiz yüzeyler, tarım ve orman alanlarına göre daha fazla sel ve taşkın riski taşımaktadır. Alt havzalar içerisinde 50 yıl için pik akım değerlerine göre hesaplanan en yüksek sel-taşkın riski; yüzeysel akış mesafesinin geçirimsiz yüzey olduğu ve diğer alt havzalar içerisinde en fazla geçirimsiz yüzey yoğunluğuna sahip *K21* alt havzasındadır (Tablo 5.1). Alt havzalar içerisinde en fazla tarım yoğunluğuna (%46.93) sahip olan *S1* havzasında yüzeysel akış mesafesinde alan kullanımı tarım olan diğer havzalara göre fark az da olsa daha fazla akış (1.6104 m³/sn.ha) hesaplanmıştır. *S1* alt havzası, tarım yoğunluğunun diğer arazi kullanımlarına göre en fazla olduğu ve alt havzalardan tarım yoğunluğunun diğer arazi kullanımlarına göre daha fazla olduğu alt havzalara göre ortalama eğimin daha yüksek olduğu bir alt havzadır. Alt havzalar içerisinde en düşük ortalama eğimine sahip olsa da en az orman yoğunluğuna (%65.16) sahip olan *A5* havzasında yüzeysel akış mesafesinde alan kullanımı orman olan diğer havzalara göre daha fazla akış (0.8506 m³/sn.ha) hesaplanmıştır. Alt havzalar içerisinde en fazla orman yoğunluğuna sahip olan *K17* (%96.88) ve *K18* (%95.72) havzalarında ise herhangi bir riske rastlanmamıştır (Tablo 5.1).

Toprak koruma hizmeti çalışmada ele alınan diğer bir ekosistem hizmetidir. Toprak koruma hizmetinin planlama sürecinde göz önünde bulundurulması toprak erozyonunu önleme için alınan kararlarda, planlarda ve uygulamalarda etkili olmaktadır. Yıllık toprak kaybının yani erozyon riskinin yüksek olduğu alanlar ekosistemlerin toprak koruma hizmetinin en düşük olduğu alanlardır. Elde edilen sonuçlara göre; tarım alanlarındaki yıllık toprak kaybı diğer bir deyişle erozyon riski orman alanlarından yaklaşık 8 kat, geçirimsiz yüzeylerden 3 kat ve mera alanlarından 1.4 kat daha fazladır. Bunun sebebi tarım alanlarında eğimin düşük ya da çok az olmasından dolayı iklim

şartlarından (yağış, fırtına vb.) daha fazla etkilenmesi (özellikle sürülmüş tarım arazilerinde toprak rüzgâr tarafından taşınmakta ya da yağmurla yıkanmaktadır), toprak fiziksel özelliklerinin rol oynadığı toprak erodobilite faktörü yani toprağın erozyon eğiliminin/potansiyelinin bu alanlarda yüksek olması ile bitkisel ürün faktörünün bu alanlarda yüksek olması ile ilgilidir. Dolayısıyla toprak koruma hizmeti, karşılaştırılan arazi kullanımlarında en düşük olarak tarım alanlarında görülmektedir. *S1* alt havzası tarım alanı yoğunluğu açısından en fazla, bitkisel ürün faktörü ile toprak erodobilite faktörünün en yüksek olduğu ve tarım yoğunluğunun fazla olduğu alt havzalar içerisinde havza ortalama eğiminin yüksek olduğu alt havzadır (Tablo 5.1). Dolayısıyla en fazla toprak kaybının belirlendiği bu alt havzada sağlanan toprak koruma hizmeti de en düşüktür.

Karşılaştırılan arazi kullanımlarında toprak koruma hizmeti açısından orman alanları en yüksek değere sahiptir. Çalışmanın sonuçlarına göre; orman ekosistemlerinden sağlanan toprak koruma hizmet değeri ibrelili ve geniş yapraklı orman tipine göre değişmektedir. Geniş yapraklı orman alanları için hesaplanan yıllık toprak kaybı (2.26 ton/ha) ibrelili ormanlara (1.86 ton/ha) göre daha fazladır. Dolayısıyla toprak koruma hizmeti, ibrelili ormanlarda geniş yapraklı orman alanlarına göre daha fazladır. Bunun sebebi, çalışma alanı içerisindeki ibrelili orman alanlarının alt havzaların yüksek kesimlerinde kalması ve havza ortalama eğiminin en fazla olduğu alanlarda bulunmasıdır. Bir diğer sebebi ise ibrelili orman alanlarındaki ölü örtünün daha kalın olmasından dolayı yüzeysel akışın daha az olması ve iğne yaprakların kışın dökülmemeleri ve intersepsiyonun daha fazla olması sebebiyle orman altına giren yağışın az olmasıdır.

Çalışmada başlıca arazi kullanımı tarım olan *S1* ve *S3* alt havzalarının sırasıyla yıllık toprak kaybı 11.80 ton/ha ve 10.90 ton/ha dır. Başlıca arazi kullanımı mera olan *S2* ve *S4* havzalarında ise sırasıyla yıllık toprak kaybı 10.41 ton/ha ve 9.31 ton/ha dır. Başlıca arazi kullanımı geçirimsiz yüzey olan *S6* havzası için yıllık toprak kaybı 7.37 ton/ha, *K21* alt havzası için yıllık toprak kaybı 5.89 ton/ha, *K24* alt havzası için ise yıllık toprak kaybı 5.53 ton/ha dır. Geriye kalan tüm havzaların başlıca arazi kullanımları ormandır. Orman alanlarının yoğunluğuna ve orman alanlarını takip eden arazi kullanımının yoğunluğuna bağlı olarak yıllık toprak kaybı 2.09 – 5.08 ton/ha arasında değişmektedir.

Yıllık toprak kaybının en yüksek olduğu havza alt havzalar içerisinde en yüksek tarım yoğunluğuna sahip *S1* havzasıdır. Yıllık toprak kaybının en az olduğu havza ise alt havzalar içerisinde en fazla ortalama eğime sahip olan *S9* havzasıdır. *S9* havzasının %94.16'sı orman alanı, bu orman alanlarının yaklaşık %92'si ibrelili orman alanıdır. İbrelili ormanları çalışma alanı için mevcut koşullar altında ele alınan arazi kullanımlarından en düşük toprak kaybına sahip olan arazi kullanımıdır. *S1* havzası toprak koruma hizmetinde son sırada yer alırken; *S9* havzası en üst sırada yer almaktadır (Tablo 5.1).

Ekosistemlerin karbon tutumu değerleri de toprak, ölü örtü, diri örtü, toprak altı ve toprak üstü biyokütle karbon tutumu için hesaplanmıştır. Bu karbon havuzlarında ne kadar karbon tutulduğunun belirlenmesi ve planlama aşamasında göz önünde bulundurulması mevcut arazi kullanımlarına ait ekosistemlerin karbon tutumu hakkında bilgi vermekte; aynı zamanda değişen arazi kullanımları ve iklimle birlikte azaltım ve uyum süreçlerine destek sağlayabilmektedir. Elde edilen bulgulara göre ölü örtü karbon tutumu açısından ibrelili ormanlar en fazla tutumu, geçirimsiz alanlar ise en az tutumu gerçekleştirmektedirler. Çalışmada başlıca arazi kullanımı tarım olan *S1* ve *S3* alt havzalarının sırasıyla ölü örtü karbon tutumu 0.57 ton/ha ve 0.97 ton/ha'dır. Başlıca arazi kullanımı mera olan *S2* ve *S4* havzalarında ise sırasıyla ölü örtü karbon tutumu 0.81 ton/ha ve 0.89 ton/ha'dır. Başlıca arazi kullanımı geçirimsiz yüzey olan *S6* havzası için ölü örtü karbon tutumu 0.53 ton/ha, *K21* alt havzası için ölü örtü karbon tutumu 0.20 ton/ha, *K24* alt havzası için ise ölü örtü karbon tutumu 0.56 ton/ha'dır. Geriye kalan tüm havzaların başlıca arazi kullanımları ormandır. Orman alanlarının yoğunluğuna ve orman alanlarını takip eden arazi kullanımının yoğunluğuna bağlı olarak ölü örtü karbon tutumu 1.47 – 3.98 ton/ha arasında değişmektedir.

Ölü örtü karbon tutumunun en yüksek olduğu havza alt havzalar içerisinde en yüksek ibrelili orman yoğunluğuna sahip *S9* havzasıdır. Ölü örtü karbon tutumunun en az olduğu havza ise %89.63'ü geçirimsiz yüzey olan *K21* havzasıdır (Tablo 5.1).

Elde edilen bulgulara göre toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbon tutumu açısından yapraklı ormanlar en fazla tutumu gerçekleştirmektedirler. Çalışmada başlıca arazi kullanımı tarım olan *S1* ve *S3* alt havzalarının sırasıyla toprak üstü biyokütle karbon tutumu 21.07 ton/ha ve 34.6 ton/ha'dır. Başlıca arazi kullanımı mera olan *S2* ve *S4*

havzalarında ise sırasıyla toprak üstü biyokütle karbon tutumu 31.26 ton/ha ve 29.35 ton/ha dır. Başlıca arazi kullanımı geçirimsiz yüzey olan *S6* havzası için toprak üstü biyokütle karbon tutumu 15.76 ton/ha, *K21* alt havzası için toprak üstü biyokütle karbon tutumu 6.77 ton/ha, *K24* alt havzası için ise toprak üstü biyokütle karbon tutumu 18.76 ton/ha dır. Geriye kalan tüm havzaların başlıca arazi kullanımları ormandır. Orman alanlarının yoğunluğuna ve orman alanlarını takip eden arazi kullanımının yoğunluğuna bağlı olarak toprak üstü biyokütle karbon tutumu 57.33 – 151.96 ton/ha arasında değişmektedir.

Toprak üstü biyokütle karbon tutumunun en yüksek olduğu havza alt havzalar içerisinde en yüksek yapraklı orman yoğunluğuna sahip *K17* havzasıdır. Toprak üstü biyokütle karbon tutumunun en az olduğu havza ise %89.63'ü geçirimsiz yüzey olan *K21* havzasıdır (Tablo 5.1).

Çalışmada başlıca arazi kullanımı tarım olan *S1* ve *S3* alt havzalarının sırasıyla toprak altı biyokütle karbon tutumu 5 ton/ha ve 7.98 ton/ha dır. Başlıca arazi kullanımı mera olan *S2* ve *S4* havzalarında ise sırasıyla toprak altı biyokütle karbon tutumu 7.47 ton/ha ve 6.74 ton/ha dır. Başlıca arazi kullanımı geçirimsiz yüzey olan *S6* havzası için toprak altı biyokütle karbon tutumu 3.63 ton/ha, *K21* alt havzası için toprak altı biyokütle karbon tutumu 1.49 ton/ha, *K24* alt havzası için ise toprak altı biyokütle karbon tutumu 3.95 ton/ha dır. Geriye kalan tüm havzaların başlıca arazi kullanımları ormandır. Orman alanlarının yoğunluğuna ve orman alanlarını takip eden arazi kullanımının yoğunluğuna bağlı olarak toprak altı biyokütle karbon tutumu 12.57 – 36.25 ton/ha arasında değişmektedir.

Toprak altı biyokütle karbon tutumunun en yüksek olduğu havza alt havzalar içerisinde en yüksek yapraklı orman yoğunluğuna sahip *K17* havzasıdır. Toprak altı biyokütle karbon tutumunun en az olduğu havza ise %89.63'ü geçirimsiz yüzey olan *K21* havzasıdır (Tablo 5.1).

Elde edilen bulgulara göre toprak karbon tutumu açısından ibreli ormanlar en fazla tutumu gerçekleştirmektedirler. Çalışmada başlıca arazi kullanımı tarım olan *S1* ve *S3* alt havzalarının sırasıyla toprak karbon tutumu 53.44 ton/ha ve 73.06 ton/ha dır. Başlıca arazi kullanımı mera olan *S2* ve *S4* havzalarında ise sırasıyla toprak karbon tutumu 69.89 ton/ha ve 72.29 ton/ha dır. Başlıca arazi kullanımı geçirimsiz yüzey olan *S6*

havzası için toprak karbon tutumu 49.74 ton/ha, *K21* alt havzası için toprak karbon tutumu 11.15 ton/ha, *K24* alt havzası için ise toprak karbon tutumu 18.32 ton/ha dır. Geriye kalan tüm havzaların başlıca arazi kullanımları ormandır. Orman alanlarının yoğunluğuna ve orman alanlarını takip eden arazi kullanımının yoğunluğuna bağlı olarak toprak karbon tutumu 59.13 – 118.98 ton/ha arasında değişmektedir.

Toprak karbon tutumunun en yüksek olduğu havza alt havzalar içerisinde en yüksek ibreli orman yoğunluğuna sahip *S9* havzasıdır. Toprak karbon tutumunun en az olduğu havza ise %89.63'ü geçirimsiz yüzey olan *K21* havzasıdır (Tablo 5.1).

Geçirimsiz yüzey yoğunluğuna bağlı olarak yapılan çalışmada %80'den fazla geçirimsiz yüzeye sahip olan gridlerde ortalama 17.27 ton/ha karbon tutumu gerçekleşmektedir. Geçirimsiz yüzey yoğunluğu %60'tan fazla ise ortalama 32.06 ton/ha, %40'tan fazla ise 51.90 ton/ha ve %20'den fazla ise 78.16 ton/ha karbon tutumu hesaplanmıştır.

Çalışmanın sonucuna göre;

- Tezin ilk kısmında yer alan ve ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlamaya dâhil edilebilmesi için ilişkin sayısal modellerin oluşturulması ve yöntemlerin ortaya konulması için soruna ve bu sorunun çözümüne odaklı olarak belirlenen ilk araştırma sorusunun cevabı “ekosistem hizmetlerinin arazi kullanımlarına göre sayısal olarak ifadesinin mümkün olduğudur”. Cevaplanması hedeflenen ilk soru için geliştirilen ve test edilen hipotezlerden “Ekosistem hizmetleri arazi kullanımları ile ilişkilidir ve bu hizmetlerin sayısal olarak ifadesinde arazi kullanımları önemli rol oynamaktadır” hipotezi çalışmanın sonucunda doğrulanmıştır.

- İkinci araştırma sorusu “CBS ve UA aracılığıyla uygulanan literatür yöntemlerine ek olarak arazi çalışmaları ve laboratuvar analizleri ekosistem hizmetlerinin sayısallaştırılmasına nasıl dâhil edilebileceğidir”. Fiziksel su kalite parametrelerinin ölçülmesi, askıdaki toplam katı madde miktarının laboratuvarında belirlenmesi, toplanan toprak ve vejetasyon örneklerinin analizleri ve değerlendirilmeleri sonucunda karbon tutumlarının belirlenmesi ile arazi çalışmaları ve laboratuvar analizleri CBS ve UA teknikleri ile belirlenen arazi kullanımlarına ve değerlendirilen diğer verilere ek olarak ekosistem hizmetlerinin sayısallaştırılmasına dâhil edilmiştir. Bu da sorunun test edilen

hipotezlerinden arazi çalışmaları ve laboratuvar analizlerinin CBS ve UA teknikleri ile değerlendirilen eldeki verilerin doğruluğunu ve kullanılabilirliğini göstermek amacıyla gerekli olduğunu göstermektedir.

5.2. PEYZAJ STRÜKTÜRÜNÜN EKOSİSTEM HİZMETLERİ İLE BİRLİKTE DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışma alanı arazi kullanımları (yapraklı ormanlar, ibrelili ormanlar, tarım alanları, mera alanları ve geçirimsiz alanlar) için sayısallaştırılan ekosistem hizmetleri (su üretim hizmeti, toprak koruma hizmeti ve karbon tutumu hizmeti) peyzaj desen metriklerinin kullanılması ile peyzaj strüktürü ile birlikte değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada ekosistem hizmetlerinden su üretimi farklı arazi kullanımlarındaki ekosistemlerin su veriminin düzenlenmesi, su kalitesinin iyileştirilmesi ve sel-taşkın riskinin azaltılması alt hizmetleri ile incelenmiştir (Tablo 5.2).

Peyzaj strüktürünün su verimi alt hizmeti üzerindeki etkilerini görmek amacıyla yapılan değerlendirmelere göre; yapraklı orman alanlarında su verimi ile PLAND ve LPI negatif; geçirimsiz alanlarda ise su verimi ile PLAND ve LPI pozitif korelasyonlara sahiptir. Yapraklı orman alanları arttıkça ve ünite boyutları büyüdükçe su verimi azalmakta, geçirimsiz alanlarda ise tam tersine su verimi artmaktadır.

Yapraklı orman alanları için su verimi ile ENN_MN arasında pozitif bir korelasyon olduğu görülmektedir. Bu pozitif korelasyonun sebebi; yapraklı orman alanlarında ENN_MN nin artması yapraklı orman ünitelerinin birbirinden uzaklaşması, dolayısıyla arazi kullanımları içinde su veriminin en az olduğu orman alan ünitelerinin arasına su veriminin orman alanlarına göre daha fazla olduğu başka arazi kullanımlarının girmesidir. Geçirimsiz alanlar için ENN_MN ve su verimi arasındaki ilişkiye bakıldığında ise korelasyon istatistiki olarak anlamlı ve negatifdir. Yani geçirimsiz alan üniteleri komşu ünitelerden uzaklaştıkça su verimi azalmaktadır. Bunun sebebi ise geçirimsiz alanların su veriminin en fazla olduğu arazi kullanımı olması, dolayısıyla geçirimsiz alan ünitelerinin birbirinden uzaklaştıkça su veriminin geçirimsiz alanlara göre daha az olduğu diğer arazi kullanımlarının girmesidir.

Tablo 5.2: Peyzaj strüktürünün su üretimi hizmeti üzerindeki etkileri.

	Su üretimi													
	Su verimi		Su kalitesi						Sel-taşkın riski					
	Etkin arazi kullanımı		Etkin arazi kullanımı (Askıdaki toplam katı madde)*			Etkin arazi kullanımı (Toplam Azot)			Etkin arazi kullanımı (Toplam Fosfor)			Etkin arazi kullanımı		
PLAND	Yapraklı ormanlar	Geçirimsiz alanlar	Geçirimsiz alanlar			Yapraklı ormanlar	Geçirimsiz alanlar		Yapraklı ormanlar	Geçirimsiz alanlar		Yapraklı ormanlar	Mera alanları	Tarım alanları
Korelasyon	-	+	+			-	+		-	+		-	+	+
Alt havza	K17	K21				K17	K21		K17	K21		K17	S4	S1
LPI	Yapraklı ormanlar	Geçirimsiz alanlar	Yapraklı ormanlar	Geçirimsiz alanlar		Yapraklı ormanlar	Geçirimsiz alanlar		Yapraklı ormanlar	Geçirimsiz alanlar		Yapraklı ormanlar	Tarım alanları	
Korelasyon	-	+	-	+		-	+		-	+		-	+	
Alt havza	K17	K21				K17	K21		K17	K21		K17	S1	
ENN_MN	Yapraklı ormanlar	Geçirimsiz alanlar				Yapraklı ormanlar	Geçirimsiz alanlar		Yapraklı ormanlar	Geçirimsiz alanlar		Yapraklı ormanlar	Geçirimsiz alanlar	
Korelasyon	+	-				+	-		+	-		+	-	
Alt havza	K17	K24				K17	K24		K17	K24		K17	K24	
AI	Yapraklı ormanlar	Geçirimsiz alanlar				Yapraklı ormanlar	Geçirimsiz alanlar	Tarım alanları	Yapraklı ormanlar	Geçirimsiz alanlar		Yapraklı ormanlar	Mera alanları	Tarım alanları
Korelasyon	-	+				-	+	+	-	+		-	+	+
Alt havza	K17	K21				K17	K21	S3	K17	K21		K17	S4	S3
PD			Yapraklı ormanlar	Mera alanları	Tarım alanları	Mera alanları	Tarım alanları	İbrelî ormanlar	Mera alanları	Tarım alanları	İbrelî ormanlar			
Korelasyon			+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Alt havza						S2	S1	K25	S2	S1	K25			

* Askıdaki toplam katı madde alt havzalarda mekânsal olarak incelenmemiştir.

Yapraklı orman alanları için su verimi ile AI arasında negatif korelasyon bu alanlar için ünitelerin kümelenmeleri arttıkça su verimi azalmakta; geçirimsiz alanlar için ise su verimi ile AI arasındaki pozitif korelasyon bu alanlar için ünitelerin kümelenmeleri arttıkça su veriminin artmakta olduğunu göstermektedir.

Peyzaj strüktürünün seçilen alan ve kümelenme metrikleri ile su verimi hizmeti üzerindeki etkilerine bakıldığında korelasyonların yapraklı orman alanları ile geçirimsiz yüzeyler için anlamlı çıktığı görülmektedir. Tez çalışmasında izlenen yöntem ve elde edilen bulgular sonucunda çalışma alanı için su verimini bu iki alan kullanımına ait olan alan kullanım yoğunlukları ve ünitelerin kümelenmeleri diğer alan kullanımlarına göre daha fazla etkilemektedir. Bunun sebebi en basit ifade ile geçirimsiz yüzeylerin en fazla su verimine (CN değeri: 95), orman alanlarının ise en az su verimine (CN değeri: 40) sahip olmasıdır.

En fazla su tutumunun dolayısıyla en düşük su veriminin olduğu havza en fazla orman yoğunluğuna (%96.88) sahip olan *K17* alt havzası (Ortalama CN değeri: 41.11) istatistiksel korelasyonu mekânsal olarak da doğrulamaktadır. Yapraklı orman alanları için ENN_MN yine *K17* alt havzasında en düşüktür. Kümelenme de *K17* alt havzasında en yüksektir.

En az su tutumunun dolayısıyla en yüksek su veriminin olduğu havza ise en fazla geçirimsiz yüzey yoğunluğuna (%89.63) sahip olan *K21* (Ortalama CN değeri: 92.69) alt havzasıdır. *K21* alt havzası da geçirimsiz alanlar için su verimi ile geçirimsiz yüzey yoğunluğu ve kümelenme arasındaki istatistiksel korelasyonu mekânsal olarak doğrulamaktadır. Ancak su verimi değeri her ne kadar en fazla geçirimsiz yüzey yoğunluğuna sahip olan *K21* alt havzasında en fazla olsa da, geçirimsiz alanlar için en yakın komşunun mesafesine bakıldığında; ikinci en fazla geçirimsiz yüzey yoğunluğuna (%84.65) sahip olan *K24* alt havzasında en yakın komşu geçirimsiz yüzey ünitelerinin *K21* alt havzasına göre daha az mesafede olduğu saptanmıştır. Bunun sebebi de geçirimsiz yüzey yoğunluğu açısından birbirine yakın olan bu iki alt havzada, *K24* alt havzasının alansal olarak *K21* alt havzasının yaklaşık beşte biri olmasıdır.

Literatürde peyzaj strüktürünün ekosistem hizmetleri üzerindeki etkisini görebilmek amacıyla yapılan çalışmaların çoğu su kalitesi ve su kalitesi parametreleri üzerinedir. Peyzaj strüktürünün su kalitesi alt hizmeti üzerindeki etkilerini görmek amacıyla

yapılan değerlendirmelere göre; yapraklı orman alanlarında toplam Azot ve toplam Fosfor ile PLAND ve LPI negatif; geçirimsiz alanlarda ise toplam Azot ve toplam Fosfor ile PLAND ve LPI pozitif korelasyonlara sahiptir. Yani yapraklı orman alanları ve/veya yapraklı orman alanlarına ait en büyük ünitenin boyutu arttıkça kimyasal su kirlilik parametreleri azalmakta, su kalitesi ise artmaktadır. Geçirimsiz alanlar için ise tam tersi söz konusudur. Geçirimsiz alanlar için toplam Azot ve toplam Fosfor dışında aynı zamanda askıdaki toplam katı madde miktarı ile PLAND ve LPI arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Bu korelasyona göre geçirimsiz alanlar arttıkça askıdaki toplam katı madde artmakta dolayısıyla su kalitesi de negatif etkilenmektedir. Çalışmanın sonucunu destekleyen Lee ve diğ. (2009) de kentsel alanlardaki LPI ile toplam Azot ve toplam Fosfor için pozitif korelasyon bulmuştur.

Carey ve dię. (2011) ise, NO_x – N yükünü peyzaj düzeyinde en iyi LPI'nin gösterdiğini; orta yoğunluktaki tek aile yerleşim yerleri için LPI'nin toplam Fosfor ile arasında pozitif korelasyon olduğunu belirtmiştir. Bu ve dię. (2014), LPI ile pH arasındaki ilişkiyi pozitif; SO₄ ile arasındaki ilişkiyi negatif göstermektedir. Her iki korelasyon da önemli bir istatistiki anlamlılığa sahiptir. Aynı alışma için diğer su kalite parametreleri (iletkenlik, toplam çözülmüş katı maddeler, klorür, SO₄, BOD₅, COD_{Mn}, SiO₄, NH₃-N, toplam Azot, NO₂-N ve toplam Fosfor) ile LPI arasında ise anlamlı korelasyonlar bulunamamıştır. Łowicki (2012) de tarıma elverişli arazilerde Azot konsantrasyonu ile LPI arasında pozitif korelasyon bulmuştur.

Peyzaj strüktürünün seçilen alan ve kümelenme metrikleri ile su kalitesi hizmeti üzerindeki etkilerine bakıldığında; genel anlamda PLAND, LPI ve ENN_MN ile toplam Azot ve toplam Fosfor korelasyonlarının yapraklı orman alanları ile geçirimsiz yüzeyler için anlamlı çıktığı görülmektedir. AI ile toplam Azot arasındaki ilişki yapraklı orman alanları ve geçirimsiz yüzeylere ek olarak tarım alanlarında da anlamlı korelasyona sahiptir.

Atmosferik birikimin en fazla tarım ve mera alanlarında olduğu Azot (58.85 kg/ha), en fazla geçirimsiz yüzeylerde akışla (11.5 kg/ha) ıkmaktadır. Orman alanları ise Azot için hem atmosferik birikim (17.5 kg/ha) açısından hem de akışla çıkan toplam Azot (0.9 kg/ha) açısından diğer arazi kullanımlarına göre en düşük değerleri göstermektedir.

Fosfor için ise hem atmosferik birikimde (28.82 kg/ha) hem de akışla çıkan toplam Fosfor (2.5 kg/ha) geçirimsiz yüzeylerde diğer arazi kullanımlarına göre daha fazladır. Orman alanları ise Fosfor için hem atmosferik birikim (4.24 kg/ha) açısından hem de akışla çıkan toplam Fosfor (0.136 kg/ha) açısından diğer arazi kullanımlarına göre en düşük değerleri göstermektedir. İstatistiksel korelasyonlara göre yukarıda da belirtildiği üzere tarım alanlarındaki kümelenme toplam Azot'u pozitif yönde etkilemektedir. Yani tarım alanlarındaki ünitelerin kümelenmeleri arttıkça toplam Azot da artmakta; su kalitesi düşmektedir. Buradan hareketle tarım alanlarındaki kümelenmenin toplam Azot için toplam Fosfor'a göre daha hassas olduğu sonucuna varılabilir.

Su kalitesinin en düşük olduğu alt havza toplam Azot ve toplam Fosfor'un akışla en fazla çıktığı ve en fazla geçirimsiz yüzey yoğunluğuna (%89.63) sahip olan *K21* alt havzasıdır. Su kalitesinin en iyi olduğu alt havza ise toplam Azot ve toplam Fosfor'un akışla en az çıktığı ve en fazla orman yoğunluğuna (%96.88) sahip olan *K17* alt havzasıdır. *K21* alt havzası için hesaplanan akışla çıkan toplam Azot 11.03 kg/ha iken; *K17* alt havzası için akışla çıkan toplam Azot 1.13 kg/ha dır. Yine *K21* alt havzası için hesaplanan akışla çıkan toplam Fosfor 2.39 kg/ha iken; *K17* alt havzası için akışla çıkan toplam Fosfor 0.19 kg/ha dır. Her iki alt havza da su kalitesi parametreleri üzerindeki peyzaj strüktürünün istatistiksel olarak kanıtlanan etkisini mekânsal olarak da doğrulamaktadır.

Yapraklı orman alanları için en yakın komşunun mesafesi *K17* alt havzasında en düşük olduğundan dolayı ENN_MN ile toplam Azot ve toplam Fosfor arasındaki istatistiksel korelasyon mekânsal olarak da doğrulanmıştır. Kümelenme de *K17* alt havzasında en yüksektir. Ancak toplam Azot ve toplam Fosfor açısından en düşük su kalitesi değeri her ne kadar en yüksek geçirimsiz yüzey yoğunluğuna ve kümelenme indeksine sahip olan *K21* alt havzasında en fazla olsa da, geçirimsiz alanlar için en yakın komşunun mesafesine bakıldığında; ikinci en fazla geçirimsiz yüzey yoğunluğuna (%84.65) sahip olan *K24* alt havzasında en yakın komşu geçirimsiz yüzey ünitelerinin *K21* alt havzasına göre daha az mesafede olduğundan mekânsal doğrulama ele alınan alt havzaların alanlarına bağlıdır.

Uuemaa ve diğ. (2005) da toplam Azot ile ENN_MN arasında pozitif bir ilişki belirlemiştir. Lee ve diğ. (2009) hiçbir arazi kullanımında ENN_MN ile su kalite

parametreleri arasında önemli bir korelasyon bulmamıştır. Bütün arazi kullanımlarını birlikte incelediğinde toplam Fosfor ile ENN_MN arasında yaz mevsiminde negatif ilişki gözlemlenmiştir. Bu ve diğ. (2014), kuru mevsimde $\text{NH}_3\text{-N}$ ve toplam Fosfor ile ENN_MN arasında negatif bir ilişki belirlemiştir. Lee ve diğ. (2009) de toplam Azot ve toplam Fosfor ile AI arasındaki ilişkiyi negatif bulmuştur.

En yüksek tarım alanı yoğunluğuna (%46.93) sahip S1 alt havzası toplam Azot ve toplam Fosfor için en yüksek değerlere sahiptir. Ancak alansal olarak ikinci en yüksek tarım alanı yoğunluğuna sahip olan S3 alt havzasında (%35.13) kümelenme S1 alt havzasına göre daha fazla bulunmuştur.

Çalışmada PD ile hem toplam Azot hem toplam Fosfor için mera alanları, tarım alanları ve ibrelili orman alanları için anlamlı ve pozitif korelasyonlar bulunmuştur. PD ile toplam Azot ve toplam Fosfor arasındaki istatistiksel korelasyonlar mekânsal olarak da doğrulanmaktadır. Yani bu alanların kilometre başına düşen ünite sayıları arttıkça, toplam Azot ve toplam Fosfor değerleri de artmakta, dolayısıyla su kalitesi düşmektedir. Diğer literatür çalışmalarına bakıldığında PD ile su kalite parametreleri arasındaki ilişki oldukça karmaşıktır. Huang ve diğ. (2013), PD ile $\text{NH}_4\text{-N}$ arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak önemli ve negatif bulmuştur. Johnson ve diğ. (1997) peyzaj düzeyinde PD ile toplam Azot ve fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) yaz mevsimi için negatif korelasyon gösterirken; Uuema ve diğ. (2005), peyzaj düzeyinde PD ile BOD_7 ve $\text{COD}_{\text{MnO}_4}$ arasındaki ilişkiyi negatif; tam tersine peyzaj düzeyinde PD ile toplam Fosfor arasındaki ilişkiyi anlamlı bulmamıştır. Lee ve diğ. (2009) ise peyzaj düzeyindeki PD ve kent alanlarındaki PD ile COD ilişkisini pozitif; tarım ve orman alanlarının ünite yoğunluğu ile toplam Fosfor arasındaki ilişkiyi sonbahar mevsiminde pozitif olarak göstermektedir. Xiao ve Ji (2007) ise iletkenlik ile ünite yoğunluğu arasında pozitif ilişki bulmuştur. Zhou ve diğ. (2012), kentsel alan ünite yoğunluğunun akışla pozitif, çözülmüş oksijen ile negatif ilişkisini bir kez daha ortaya koymuştur. Xia ve ark (2012) göre tarım alanlarındaki PD, sırasıyla $\text{NH}_3\text{-N}$, TP, KMnO_4 ve COD ile pozitif korelasyona, çözülmüş oksijen ile negatif korelasyona sahiptir. Yine aynı çalışma için; KMnO_4 , tarım ve yerleşim alanlarının oranı ile pozitif; orman alanları ile negatif; yerleşim alanları için PD ile pozitif bir korelasyona sahiptir. Bu ve diğ. (2014) yağışlı mevsim için PD ile su kalite parametreleri (İletkenlik, klorür, SO_4 , BOD_5 , SiO_4 , $\text{NH}_3\text{-N}$, toplam azot, $\text{NO}_2\text{-N}$) için pozitif korelasyon bulmuştur.

Derelerin örneklenmesi ve analizi ile belirlenen askıdaki toplam madde miktarı da alansal olarak geçirimsiz yüzeylerle, en büyük ünite indeksi olarak geçirimsiz yüzeyler ve yapraklı orman alanları ile korelasyon göstermektedir. Askıdaki toplam katı madde miktarı hiçbir arazi kullanımında AI ile korelasyon göstermemiş; alt havzaların tümüne ait su örneği alınmadığından ENN_MN için değerlendirilmemiştir. Yapraklı orman alanları, mera alanları ve ibreli orman alanlarında ünite yoğunluğu ile askıdaki toplam katı madde miktarı pozitif korelasyon göstermiştir. Bu korelasyonlar bu alanlardaki km² başına düşen ünite sayısının artması sonucu askıdaki toplam katı madde miktarının artacağı yönündedir. Örneğin; yapraklı orman alanlarında ünite sayısının artması fragmentasyonun olduğunu, daha küçük ünitelere bölünen bu alanlarda su kalite parametrelerinin artacağını dolayısıyla su kalitesinin azalacağını göstermektedir.

Peyzaj strüktürünün sel-taşkın riskinin önleme alt hizmeti üzerindeki etkilerini görmek amacıyla yapılan değerlendirmelere göre; yapraklı orman alanlarının ve tarım alanlarının sel-taşkın üzerindeki alansal etkileri ön plana çıkmaktadır. Yapraklı orman alanları yüzdesinin artması ya da en büyük ünite boyutunun büyümesi sel-taşkın riskini azaltırken; tarım alanlarında durum tam tersidir. Mera alanlarında da peyzaj yüzdesi ile simüle edilen 50 yıl için pik akım değerleri arasında pozitif bir ilişki vardır. Bir başka deyişle korelasyonlar mera ve tarım alanlarının artması sonucunda sel-taşkın riskinin artacağını, azalması sonucunda ise sel-taşkın riskinin azalacağını göstermektedir.

PLAND ile sel-taşkın riski arasındaki ilişkinin mekânsal olarak gösterilmesi amacıyla simüle edilen 50 yıllık pik akımların en yüksek olduğu tarım havzası (S3) %35.13 tarım alanını kapsamaktadır. Aslında tarım alanı büyüklüğü olarak havzalar içerisinde ikinci büyük alt havzadır. Ancak S3 alt havzasında mera alan yoğunluğu diğer alt havzaya (S1) göre – S1 alt havzası S3 alt havzasına göre daha yüksek LPI değeri de içermektedir – çok daha fazladır. Bu da mera alan yoğunluğunun sel-taşkın riski üzerindeki etkisini göstermektedir. Simüle edilen 50 yıllık pik akımların en yüksek olduğu mera havzası ise alanının %38.67 mera alanı olan S4 alt havzasıdır. S4 alt havzası alt havzalar içerisinde en fazla mera alanını kapsamaktadır.

Geçirimsiz yüzeylerde hektardaki akış diğer arazi kullanımlarına göre daha fazla olmasına rağmen değerlendirilen peyzaj metriklerine göre alansal olarak 50 yıl pik akım değerleri ile arasında herhangi bir korelasyonu bulunamamıştır. Fakat %89.63

geçirimsiz alan içeren *K21* alt havzası simüle edilen 50 yıllık pik akımların en yüksek olduğu havzadır.

Değerlendirilen kümelenme metrikleri açısından ENN_MN ile 50 yıl için pik akım değerleri ile yapraklı orman alanları için pozitif korelasyon bulunmuştur. Korelasyon yapraklı orman ünitelerinin birbirinden uzaklaştıkça sel-taşkın riskinin artacağını göstermektedir. Çünkü yapraklı orman alan ünitelerinin arasına sel-taşkın riskinin bu alanlara göre daha fazla olduğu diğer arazi kullanımları girmektedir. Geçirimsiz alanlar için ise bu durum ters korelasyona sahiptir. Yapraklı orman alanlarında kümelenme arttıkça uzun dönem pik akımları düşmekte; yapraklı ormanlara göre akış katsayıları daha yüksek olan tarım ve mera alanlarının kümelenmeleri artması ise pik akımları da artırmaktadır. Sel-taşkın riskinin en düşük olduğu alt havza (*K17*) ENN_MN ile sel taşkın riski arasındaki ilişkiyi mekânsal olarak da gösterirken; ENN_MN nin en düşük olduğu *K24* alt havzası bu ilişkiyi göstermemektedir.

AI ile 50 yıl için pik akım değerleri ile yapraklı orman alanları için negatif, mera ve tarım alanları için pozitif korelasyon bulunmuştur. Sel-taşkın riskinin en düşük olduğu alt havza (*K17*), sel-taşkın riskinin mera yoğunluğunun fazla olduğu havzalar içerisinde en yüksek olduğu *S4* alt havzası istatistiksel korelasyonları mekânsal olarak da doğrulanmaktadır.

Peyzaj strüktürünün su üretimi üzerindeki etkisinin belirlenmesi ve değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmada;

- Arazi kullanımlarına göre değerlendirilen PLAND ve LPI ile su verimi ve su kalitesi arasındaki istatistiki korelasyonlar mekânsal olarak da doğrulanırken; PLAND ve AI ile sel-taşkın riski arasındaki ilişkiler açısından tarım ve mera alanlarının yoğunluklarının birbirleri üzerindeki etkileri bu mekânsal doğrulamaları tarım alanlarında gösterememektedir. LPI ile sel-taşkın riski arasındaki ilişki ise hem yapraklı orman alanları hem tarım alanları için mekânsal olarak da doğrulanmıştır. ENN_MN nin su üretim hizmetine etkisi ele alınan peyzajların alansal büyüklüğüne bağlı olarak değişebilmektedir.

- Çalışmanın sonuçlarına göre; peyzaj strüktürünün su üretimi üzerindeki etkisi yapraklı orman alanlarında diğer arazi kullanımlarına göre daha fazladır. Hem istatistiki olarak

hem mekânsal olarak peyzaj strüktürünün etkisi gösterilebilmektedir. Orman alan yoğunluğunun, en büyük orman alanı ünitesinin ve kümelenmenin daha fazla olduğu, en yakın komşu mesafesinin ise en az olduğu orman ekosistemlerinde su üretim hizmeti daha sağlıklı ve daha kaliteli sağlanmaktadır. Orman ekosistemleri, tarım veya mera ekosistemlerine göre su üretimine daha fazla katkıda bulunmaktadır. Geçirimsiz alan kullanımının yoğun olduğu kentsel ve yarı-kentsel alanlar ise su üretimini negatif olarak etkilemektedir. Su veriminin en fazla olduğu geçirimsiz alanlarda yüzeysel akışın fazla olması sel-taşkın riskini artırmaktadır. Değerlendirilen kimyasal ve fiziksel su kalite parametreleri de geçirimsiz yüzey yoğunluğuna bağlı olarak artmakta; dolayısıyla su kalitesi düşmektedir. Su veriminin düzenlenmesinde, su kalitesinin iyileştirilmesinde ve sel-taşkın riskinin önlenmesinde geçirimsiz alanların yoğun olduğu yerler yapraklı ağaç ve/veya orman alanları ile desteklenmelidir.

Bu çalışmada ekosistem hizmetlerinden toprak koruma farklı arazi kullanımlarındaki ekosistemlerin yıllık toprak kayıplarının hesaplanması ile incelenmiştir (Tablo 5.3).

Tablo 5.3: Peyzaj strüktürünün toprak koruma hizmeti üzerindeki etkileri.

	Toprak koruma		
	Etkin arazi kullanımı		
PLAND	Yapraklı ormanlar	Mera alanları	Tarım alanları
Korelasyon	-	+	+
Alt havza	<i>K17</i>	<i>S4</i>	<i>S1</i>
LPI	Yapraklı ormanlar	Mera alanları	Tarım alanları
Korelasyon	-	+	+
Alt havza	<i>K17</i>	<i>S4</i>	<i>S1</i>
ENN_MN	Mera alanları	Geçirimsiz alanlar	
Korelasyon	-	-	
Alt havza	<i>S2</i>	<i>K24</i>	
AI	Yapraklı ormanlar	Mera alanları	Tarım alanları
Korelasyon	-	+	+
Alt havza	<i>K17</i>	<i>S4</i>	<i>S3</i>

Peyzaj strüktürünün toprak koruma hizmeti üzerindeki etkilerini görmek amacıyla yapılan değerlendirmelere göre; çalışmada farklı arazi kullanımları için peyzaj yüzdeleri (PLAND) ve en büyük ünite indeksleri (LPI) ile toprak koruma hizmeti arasındaki ilişkiye bakıldığında yapraklı orman alanlarında yıllık hektardaki toprak kaybı ile bu iki alan-kenar metriği arasında istatistiki olarak önemli negatif korelasyon, mera ve tarım alanlarında ise yıllık hektardaki toprak kaybı ile yine bu iki alan-kenar metriği arasında istatistiki olarak önemli pozitif korelasyon bulunmuştur. Korelasyonlara göre yapraklı

orman alanı arttıkça ve en büyük ünite boyutu büyüdükçe toprak kaybı dolayısıyla erozyon riski azalmaktadır. Mera ve tarım alanlarında ise bu durum tam tersidir. Ouyang ve diğ. (2010)'a göre de mera alanlarında LPI ile erozyon riski arasında pozitif bir korelasyon vardır. Yapraklı orman alanları için ise yapraklı orman alanlarının ünite boyutları büyüdükçe ve kompleks bir şekil aldıkça toprak erozyon riski azalmaktadır.

Yıllık toprak kaybının en düşük olduğu *S9* alt havzasında ibreli orman alanı alanın %80.39'unu; yıllık toprak kaybının en yüksek olduğu havzada (*S1*) tarım alanları alanının %46.93'ünü kaplamaktadır. Yıllık toprak kaybının en yüksek olduğu mera havzasında (*S2*) ise mera alanları alanın %32.99 dur.

Çalışmanın sonuçlarına göre yapraklı orman alanlarında kümelenme arttıkça toprak kaybı azalmakta, mera ve tarım alanlarında kümelenme arttıkça toprak kaybı artmaktadır. PLAND ve LPI ile yıllık toprak kaybı arasındaki ilişkiye bakıldığında yapraklı orman alanları ve tarım alanlarında istatistiksel korelasyonlar mekânsal olarak doğrulanmıştır. Ancak mera alanlarında bu doğrulama sağlanamamıştır. Burada yine göz önünde bulundurulması gereken konu ele alınan bir alanda tarım alanlarının da peyzajdaki yüzdesinin önemidir.

ENN_MN ile yıllık toprak kaybı arasında mera alanlarında ve geçirimsiz alanlarda negatif korelasyon söz konusudur. Mera alanlarına ait üniteler ve/veya geçirimsiz alanlara ait üniteler birbirinden uzaklaştıkça toprak kaybı azalmaktadır. Mera alanları için en az (*S2*) mekânsal olarak istatistiği gösterirken; geçirimsiz alanlar için en az ENN_MN değeri taşıyan alt havza (*K24*) mekânsal olarak istatistiği göstermemektedir. Burada geçirimsiz alan yoğunluğunun olduğu havzalarda havza alanlarına göre ENN_MN nin değişmesidir. AI ile toprak kaybı arasındaki ilişki ise sadece yapraklı orman alanlarında *K17* alt havzası ile mekânsal olarak doğrulanmıştır.

Peyzaj strüktürünün toprak koruma üzerindeki etkisi yapraklı orman alanları, mera ve tarım alanlarında diğer arazi kullanımlarına göre daha fazladır. Orman ekosistemleri yıllık toprak kaybının en az dolayısıyla toprak koruma hizmetinin en fazla sağlandığı ekosistemlerdir. İbreli orman alanlarında yapraklı orman alanlarına göre toprak koruma hizmeti çalışma alanında buldukları yükseklik ve eğimden dolayı daha fazla iken; peyzaj strüktürünün yapraklı orman alanlarına olan etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. Mera ve tarım ekosistemlerinin alan dağılımları ve kümelenmeleri ise toprak koruma

hizmetini negatif olarak en çok etkileyen ekosistemlerdir. Geçirimsiz alan kullanımının yoğun olduğu kentsel ve yarı-kentsel alanlarda ise ünitelerin birbirine olan uzaklıkları toprak koruma hizmetini havzanın ya da ele alınan alanın alansal büyüklüğüne göre etkilemektedir. Toprak kaybının azaltılması mera ve tarım ekosistemlerinin optimal olarak kullanılmasına, geçirimsiz alan kullanımının yoğun olduğu yerlerde ibrelili ağaç ve/veya orman alanları başta olmak üzere orman alanları ile desteklenmesine bağlıdır.

Çalışma alanında arazi kullanımları için hesaplanan toprak altı biyokütle, toprak üstü biyokütle, ölü örtü, diri örtü ve topraktaki karbon tutumu değerleri üzerindeki peyzaj strüktürünün etkisini görebilmek amacıyla seçilen alansal ve kümelenme peyzaj desen metrikleri ile değerlendirilmiştir (Tablo 5.4).

Ele alınan beş karbon havuzu için de yapraklı orman alanlarının yüzdeleri ve en büyük ünite boyutlarının artması bu havuzlarda daha fazla karbonun tutulmasını sağlamaktadır. Geçirimsiz alanlarda ise alan yoğunluğu ya da en büyük ünite boyutu arttıkça daha az karbon tutumu gerçekleşmektedir.

Alansal yoğunluğa ve en büyük üniteye göre bakıldığında mera ve tarım alanlarında ölü örtü, toprak altı biyokütle ve toprak üstü biyokütle karbon tutumu negatif ilişkiye sahiptir. Yani örneğin mera alanlarının alan yoğunlukları arttıkça bu üç karbon havuzunda tutulan karbon miktarı azalacaktır. Mera ve tarım alanlarının toprak karbon tutumları ile alan yoğunlukları ya da en büyük ünite boyutları arasında ise herhangi bir istatistikî öneme sahip bir korelasyon bulunamamıştır. İbrelili orman alanlarında ise alan yoğunluğu ya da en büyük ünite boyutu toprak ve ölü örtü karbon tutumunu pozitif olarak etkilemektedir.

Tablo 5.4: Peyzaj strüktürünün karbon hizmeti üzerindeki etkileri.

	Karbon tutumu											
	Etkin arazi kullanımı (Toprak)			Etkin arazi kullanımı (Ölü örtü)					Etkin arazi kullanımı (Toprak üstü ve toprak altı biyokütle)			
PLAND	Yapraklı ormanlar	İbrelî ormanlar	Geçirimsiz alanlar	Yapraklı ormanlar	Mera alanları	Tarım alanları	İbrelî ormanlar	Geçirimsiz alanlar	Yapraklı ormanlar	Mera alanları	Tarım alanları	Geçirimsiz alanlar
Korelasyon	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-
Alt havza	<i>K17</i>	<i>S9</i>	<i>K21</i>	<i>K17</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>	<i>S9</i>	<i>K21</i>	<i>K17</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>	<i>K21</i>
LPI	Yapraklı ormanlar	İbrelî ormanlar	Geçirimsiz alanlar	Yapraklı ormanlar	Mera alanları	Tarım alanları	İbrelî ormanlar	Geçirimsiz alanlar	Yapraklı ormanlar	Mera alanları	Tarım alanları	Geçirimsiz alanlar
Korelasyon	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-
Alt havza	<i>K17</i>	<i>S9</i>	<i>K21</i>	<i>K17</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>	<i>S9</i>	<i>K21</i>	<i>K17</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>	<i>K21</i>
ENN_MN	Yapraklı ormanlar	Tarım alanları	Geçirimsiz alanlar	Yapraklı ormanlar	Mera alanları	Tarım alanları	Geçirimsiz alanlar		Yapraklı ormanlar	Mera alanları	Geçirimsiz alanlar	
Korelasyon	-	+	+	-	+	+	+		-	+	+	
Alt havza	<i>K17</i>	<i>S1</i>	<i>K24</i>	<i>K17</i>	<i>S2</i>	<i>S1</i>	<i>K24</i>		<i>K17</i>	<i>S4</i>	<i>K24</i>	
AI	Yapraklı ormanlar	İbrelî ormanlar	Geçirimsiz alanlar	Yapraklı ormanlar	Tarım alanları				Yapraklı ormanlar	Mera alanları	Tarım alanları	
Korelasyon	+	+	-	+	-				+	-	-	
Alt havza	<i>K17</i>	<i>S9</i>	<i>K21</i>	<i>K17</i>	<i>S3</i>				<i>K17</i>	<i>S2</i>	<i>S1</i>	

Toprak ve ölü örtü karbon tutumunun en yüksek olduğu havzada (S9) ibreli ağaçlar/orman alanları alanın %80.39'unu kaplarken; en düşük olduğu havzada (K21) geçirimsiz alanlar alanın %89.63'ünü kaplamaktadır. Toprak altı ve toprak üstü biyokütle karbon tutumunun en düşük olduğu alt havza yine K21 alt havzasıdır. En yüksek olduğu havza K17 alt havzasıdır. K17 alt havzasında yapraklı ağaçlar/orman alanları alanın %93.27'sidir.

ENN_MN ile toprak ve ölü örtü karbon tutumları arasında tarım alanlarında ve geçirimsiz alanlarda pozitif korelasyon söz konusudur. Tarım alanlarına ait üniteler ve/veya geçirimsiz alanlara ait üniteler birbirinden uzaklaştıkça topraktaki ve ölü örtüdeki karbon tutum miktarı artmaktadır. K17 havzası yapraklı orman alanlarında ENN_MN ile toprak, ölü örtü, toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbon tutumunu mekânsal olarak da gösterirken; S1 havzası tarım alanlarında toprak ve ölü örtü karbon tutumunu ve S2 havzası da mera alanlarında ölü örtü karbon tutumunu mekânsal olarak göstermektedir. Karbon tutumları için geçirimsiz yüzeylere ait ENN_MN değerleri örnek alanların alanlarına bağlı olarak değişmektedir.

Peyzaj strüktürünün karbon tutumu üzerindeki etkisi yapraklı orman alanları, mera ve tarım alanlarında diğer arazi kullanımlarına göre daha fazladır. Orman ekosistemleri karbon tutumu hizmetinin en fazla sağlandığı ekosistemlerdir. Orman alanlarında seçilen alansal ve kümelenme metrikleri ile belirlenen peyzaj strüktürüne göre diğer arazi kullanımlarına göre daha fazla etkilenmektedir. Geçirimsiz alan kullanımının yoğun olduğu kentsel ve yarı-kentsel alanlarda ise istatistiki olarak doğrulama için kullanılan alt havzaların alanlarının etkilediği ünitelerin birbirine olan uzaklıkları karbon tutumunu etkilemektedir. Karbon tutumunun artırılması orman ekosistemlerinin sürdürülebilirliğine bağlıdır.

Peyzaj strüktürünün ekosistem hizmetleri üzerindeki etkisinin ortaya konması amacıyla yapılan çalışmaların sonucuna göre;

- Araştırma sorularından üçüncüsüne cevap olarak, peyzaj desen analizi ile sayısallaştırılan ve belirlenen peyzaj strüktürünün ele alınması sonucunda antropojenik etkilerin nicel olarak ifade edilen ekosistem hizmetleri üzerindeki etkisinin diğer bir deyişle aralarındaki ilişkinin belirlenmesi sağlanmıştır. Cevaplanması hedeflenen soru için geliştirilen ve test edilen hipotezlerden “Peyzaj strüktürünün belirlenmesi ile

mevcut peyzaj strüktürünün ekosistem hizmetleri üzerindeki etkisi istatistiki ve mekânsal olarak ortaya konabilir” hipotezi çalışmanın sonucunda doğrulanmıştır. *S1*, *S9*, *K17* ve *K21* alt havzaları ekosistem hizmet değerlerinin en yüksek ya da en düşük sağlandığı alt havzalardır. Aynı zamanda proporsiyon indeksleri ve kümelenme indeksleri ile peyzaj strüktürünün etkisinin hem istatistiksel hem de mekânsal olarak ortaya konduğu alt havzalardır.

- Çalışma alanının mevcut arazi kullanımlarından sağlanan ekosistem hizmetlerinin sayısallaştırılması sonucunda peyzaj planlama sürecinde alanların ve ekosistemlerin önceliklendirme ve korunması kapsamında önemli sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışma ile ortaya konulan sayısal ekosistem hizmetlerinin ve peyzaj strüktürünün bu hizmetler üzerindeki etkisi peyzaj planlama ve yönetim stratejilerinde ekolojik ve ekonomik olarak sürdürülebilir yararlanmayı sağlayabilecektir.

- Çalışmanın sonuçlarına göre örneğin 100 ha ibreli orman alanının mera alanına dönmesi sonucunda yıllık yaklaşık 976 ton/ha daha fazla toprak kaybının görülebileceğini ya da 100 ha mera alanının tarım alanına dönmesi sonucunda yaklaşık 21 ton/ha daha fazla ölü örtü karbon tutumunun sağlanabileceği gibi sonuçlara varılabilir.

- Çıkan sonuçlara ek olarak özellikle arazi kullanımlarına göre hesaplanabilecek şekilde seçilen ve sayısallaştırılan temel ekosistem hizmetlerinden su üretimi, toprak koruma ve karbon tutumu üzerine peyzajın kompozisyonu (proporsiyon indeksleri) ve peyzajın konfigürasyonunu gösteren kümelenme indekslerinin etkisi hem istatistiki hem mekânsal olarak gösterilebilmektedir. Bu şekilde örneğin herhangi bir arazi kullanımının fragmantasyonunun bu ekosistem hizmetleri ile olan pozitif ya da negatif ilişkisi ortaya konulabilmektedir.

- Çalışmada yapılan iklim değişikliği modelleri sonucunda elde edilen projeksiyonlara göre önümüzdeki yıllarda sıcaklığın ve yağışların artması, demografik yapının değerlendirilmesi ile birlikte nüfusun da artması beklenmektedir. Bu süreç içinde ekosistemlerin sürdürülebilir bir şekilde korunarak kullanma ilkesinden yola çıkılarak özellikle orman ekosistemlerinin korunması gerekmektedir. Diğer ekosistemleri sunan arazi kullanımları ise optimal arazi kullanım planlamalarına bağlı, hidrolojik risklerin ve ekosistem hizmetlerinin göz önünde bulundurularak planlanmalıdır.

Hem ekosistem hizmetlerinin sayısallaştırılması hem de peyzaj strüktürünün ekosistem hizmetleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi açısından bu çalışma ulusal bazda özgün değere sahiptir. Çalışmanın tüm Türkiye için uygulanabilir olması yapılacak olan araştırma ve çalışmalara veri oluşturması açısından önemli görülmektedir. Çalışmanın devamında özellikle sayısallaştırılması kolay kaynak sağlayan hizmetlerden çok, diğer hizmet sınıflarının sayısallaştırılması, çalışmanın daha detaylı olarak incelenebilmesi ve değerlendirilebilmesi için mekânsal olarak (örneğin tek bir arazi kullanımı için) küçültülerek sağlanan ekosistem hizmetlerinin sayısallaştırılması, farklı model ve yöntemlerin oluşturulması ve uygulanması ile ekonomik açıdan sebep-sonuç ilişkisinin belirlenerek peyzaj planlama kararlarının alınmasında ve uygulanmasında kullanılması ön görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aksu, G.A., 2012, *Peyzaj değişimlerinin analizi: İstanbul, Sarıyer örneği*, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Albayrak, İ., 2012, *Ekosistem servislerine dayalı havza yönetim modelinin İstanbul - Ömerli Havzası örneğinde uygulanabilirliği*, Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Altan, T., 1974, Doğal peyzaj elemanlarının rekreasyona uygunluğunun saptanması için matematiksel bir değerlendirme yönteminin araştırılması ve güney kıyı bölgesine uygulanması, *Tübitak Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Proje No: TOAG-240*, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü.
- Altan, T., 1982, *Çukurova'da bilgisayar yardımı ile bölgesel ölçekte ekolojik peyzaj planlaması uygulaması ve alan kullanım önerisinin saptanması üzerinde bir araştırma*, Bilimsel Araştırma ve İnceleme Tezleri: 52, Yayın no:161, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü.
- Baker, W.L. ve Cai, Y., 1992, The r.le programs for multiscale analysis of landscape structure using the GRASS geographical information system, *Landscape Ecology*, 7 (4), 291-302.
- Başal, M., 1974, *İznik gölü ve çevresi peyzaj planlaması*, Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Mimarisi ve Ağaçlandırma Kürsüsü.
- Başal, M., 1988, *Doğalgaz – yapracık tesisleri alan kullanım planlaması*, Bilimsel İncelemeler ve Araştırmalar: 602, Yayın no: 1104, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü.
- Başal, M., Mermut, A., Katkat A.V., Yüksel, M., 1983, Marmara bilimsel ve endüstriyel araştırma merkezi (tügam) arazisi alan kullanım planlaması, *Tübitak Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Proje No: TOAG-469*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Birch, J.C., Thapa, I., Balmford, A., Bradbury, R.B., Brown, C., Butchart, S.H.M., Gurung, H., Hughes, F.M.R., Mulligan, M., Pandeya, B., Peh, K.S.-H., Stattersfield, A.J., Walpole, M., Thomas, D.H.L., 2014. What benefits do community forests provide, and to whom? A rapid assessment of ecosystem services from a Himalayan forest, Nepal, *Ecosystem Services*, 8, 118-127.
- Bogaert, J., Ceulemans, R., Salvador-Van Eysenrode, D., 2004, Decision tree algorithm for detection of spatial processes in landscape transformation, *Environmental Management*, 33 (1), 62-73.

- Bogaert, J., Bamba, I., Koffi, K.J., Sibomana, S., Djibu, J-P.K., Champluvier, D., Robbrecht, E., de Cannière, C., Visser, M.N., 2008, *Fragmentation of forest landscapes in Central Africa: Consequences and management*, Patterns and Processes in Forest Landscapes: Multiple use and sustainable management, In: Laforteza, R., Chen, J., Sanesi, G., Crow, T.R., Chapter 5, Springer Science+Business Media B.V., USA, ISBN: 978-1-4020-8503-1, 67-87.
- Bolund, P. ve Hunhammar, S., 1999, Ecosystem services in urban areas, *Ecological Economics*, 29 (2), 293-301.
- Brezonik, P.L. ve Stadelmann, T.H., 2002, Analysis and predictive models of storm water runoff volumes, load, and pollutant concentrations from watersheds in the Twin cities Metropolitan area, Minnesota, USA, *Water Research*, 36 (7), 1743-1757.
- Brown, D.G., Pijanowski, B.C., Duh, J.D., 2000, Modeling the relationships between land use and land cover on private lands in the Upper Midwest, USA, *Journal of Environmental Management*, 59 (4), 247-263.
- Bu, H., Meng, W., Zhang, Y, Wan, J., 2014, Relationships between landuse patterns and water quality in the Taizi River basin, China, *Ecological Indicators*, 41, 187-197.
- Burkhard, B., Petrosillo, I., Costanza, R., 2010, Ecosystem services – Bridging ecology, economy and social sciences, *Ecological Complexity*, 7 (3), 257-259.
- Burkhard, B., Crossman, N., Nedkov, S., Petz, K., Alkemade, R., 2013, Mapping and modelling ecosystem services for science, policy and practice, *Ecosystem Services*, 4, 1-3.
- Camorani, G., Castellarin, A., Brath, A., 2005, Effects of land-use changes on the hydrologic response of reclamation systems, *Physics and Chemistry of the Earth*, 30 (8-10), 561-574.
- Carey, R.O., Migliaccio, K.W., Li, Y., Schaffer, B., Kiker, G.A., Brown, M.T., 2011, Land use disturbance indicators and water quality variability in the Biscayne Bay Watershed, Florida, *Ecological Indicators*, 11 (5), 1093-1104.
- Chen, W.Y., 2006, *Assessing the Services and Value of Green Spaces in Urban Ecosystem: A Case of Guangzhou City*, Thesis (PhD), University of Hong Kong.
- Chow, V.T., 1959, *Open-channel hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, USA, ISBN: 07-010776-9.
- Cifaldi, R.L., Allan, J.D., Duh, J.D., Brown, D.G., 2004, Spatial patterns in land cover of exurbanizing watersheds in southeastern Michigan, *Landscape and Urban Planning*, 66 (2), 107-123.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hanna, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M.,

- 1997, The value of the world's ecosystems services and natural capital, *Nature*, 387, 253-260.
- Crossman, N.D., Burkhard, B., Nedkov, S., Willemen, L., Petz, K., Palomo, I., Drakou, E.G., Martin-Lopez, B., McPhearson, T., Boyanova, K., Alkemade, R., Egoh, B., Dunbar, M.B., Maes, J., 2013, A blueprint for mapping and modelling ecosystem services, *Ecosystem Services*, 4, 4-14.
- Crow, T.R., 2008, *Managing forest landscapes for climate change*, Patterns and Processes in Forest Landscapes: Multiple use and sustainable management, In: Laforteza, R., Chen, J., Sanesi, G., Crow, T.R., Chapter 3, Springer Science+Business Media B.V., USA, ISBN: 978-1-4020-8503-1, 33-43.
- Daily, G.C., 1997, *Introduction: What are ecosystem services*, Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems, In: Daily, G.C., 1, Island Press, Washington, D.C., ISBN: 1-55963-475-8, 1-10.
- Darmstad, W.E., Olson, J.D., Forman, R.T.T., 1996, *Landscape ecology principles in landscape architecture an land-use planning*, Island Press ve American Society of Landscape Architects, Washington, D.C., ISBN: 1-55963-514-2.
- de Groot, R., 2006, Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes, *Landscape and Urban Planning*, 75, (3-4), 175-186.
- de Groot, R., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemen, L., 2010, Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making, *Ecological Complexity*, 7 (3), 260-272.
- Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geneletti, D., Orru, H., Bhave, A.G., Mittal, N., Feliu, E., Faehnle, M., 2014, Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure, *Journal of Environmental Management*, 146, 107-115.
- Deniz, B., 2005, *Kentsel alan kullanımlarındaki dönüşümlerin peyzaj strüktür indeksleriyle irdelenmesi ve kent planlama çalışmalarını yönlendirmede değerlendirilmesi: Aydın kenti örneği*, Doktora tezi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı.
- Dilek, E.F., 1998, *Bodrum ilçesi katı atıklarının düzenli depolama olarak değerlendirilmesinde alternatif alan seçim olanaklarının saptanması üzerine bir araştırma*, Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Doğan, O., Cebel, H., Küçükçakar, N., Akgül, S., 2000, *Türkiye Büyük Toprak Gruplarının Erozyona Duyarlılık "K" Faktörleri*, KHGM APK Dairesi Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Yayın no:111, Rehber no:17, Ankara.
- Dominati, E., Mackay, A., Green, S., Patterson, M., 2014, A soil change-based methodology for the quantification and valuation of ecosystem services from

- agro-ecosystems: A case study of pastoral agriculture in New Zealand, *Ecological Economics*, 100, 119-129.
- Dönmez, C., 2012, *İklim değişikliğinin etkisi altında Seyhan üst-havzası ekosistem bileşenlerinin modellenmesi ve etkileşim düzeylerinin belirlenmesi*, Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Duhan, D. ve Pandey, A., 2013, Statistical analysis of long term spatial and temporal trends of precipitation during 1901–2002 at Madhya Pradesh, India, *Atmospheric Research*, 122, 136-149.
- Dye, C., 2008, Health and urban living, *Science*, 319 (5864), 766-769.
- Ekdal, A., 2013, Kirlilik yükü hesaplamaları, *Kıyı Suları, Yer altı Suları ve Yüzeysel Suların Kalitesinin Belirlenmesi ve Yönetimi Hizmet İçi Eğitim Programı*, 7-10 Ekim 2010, Çorum, http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Libraries/su/Kirlilik_Y%C3%BCk%C3%BC_He saplamalar%C4%B1-_Alpaslan_Ekdal.sflb.ashx, [Ziyaret tarihi: 15 Eylül 2015].
- Erdem, N., 1996, *İstanbul-Boğaziçi yeşil alan sistemlerinin belirlenmesi*, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Erdoğan, M.A., 2012, *Büyük Menderes Havzası için ekolojik risk analizi yöntemi geliştirilmesi*, Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Escobedo, F.J. ve Nowak, D.J., 2009, Spatial heterogeneity and air pollution removal by an urban forest, *Landscape and Urban Planning*, 90 (3-4), 102-110.
- Escobedo, F.J., Kroeger, T., Wagner, J.E., 2011, Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices, *Environmental Pollution*, 159 (8-9), 2078-2087.
- Estoque, R.C. ve Murayama, Y., 2012, Examining the potential impact of land use/cover changes on the ecosystem services of Baguio city, the Philippines: A scenario-based analysis, *Applied Geography*, 35 (1-2), 316-326.
- Eşbah, H., 2007, Land use trends during rapid urbanization of the city of Aydın, Turkey, *Environmental Management*, 39 (4), 443-459.
- Eşbah, H., 2009, Analysing landscape change through landscape structure indices: case of the city of Aydın, Turkey, *Journal of Applied Sciences*, 9 (15), 2744-2752.
- Eşbah, H., Cook, E.A., Ewan, J., 2009, Effects of increasing urbanization on the ecological integrity of open space preserves, *Environmental Management*, 43 (5), 846-862.
- Eşbah, H., Kara, B., Deniz, B., Kesgin, B., 2010, Changing land cover characteristics of a developing coastal town: a case study of Didim, Turkey, *Journal of Coastal Research*, 26 (2), 274-282.

- FAO, 2011, *Payments for Ecosystem Services and Food Security*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, ISBN 978-92-5-106796-3.
- FAOSTAT, 2015, Statistics Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://faostat3.fao.org/home/E>, [Ziyaret tarihi: 4 Nisan 2015].
- Federal-Provincial-Territorial Committee (FPTC) on Drinking Water of the Federal-Provincial-Territorial Committee on Health and the Environment, 2010, *Guidelines for Canadian drinking water quality: Summary table*, Retrieved May 3, 2011.
- Felipe-Lucia, M.R. ve Comín, F.A., 2015, Ecosystem services–biodiversity relationships depend on land use type in floodplain agroecosystems, *Land Use Policy*, 46, 201-210.
- Fiquepron, J., Garcia, S., Stenger, A., 2013, Land use impact on water quality: Valuing forest services in terms of the water supply sector, *Journal of Environmental Management*, 126, 113-121.
- Fohrer, N., Haverkamp, S., Eckhardt, K., Frede, H.G., 2001, Hydrologic response to land use changes on the catchment scale, *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere*, 26 (7-8), 577-582.
- Forman, R.T.T., 1995, *Land mosaics: The ecology of landscapes and regions*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, ISBN: 978-0521479806.
- Forman, R.T.T. ve Godron, M., 1986, *Landscape ecology*, John Wiley & Sons, New York, ISBN: 978-0471870371.
- Gocic, M. ve Trajkovic, S., 2013, Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in Serbia, *Global and Planetary Change*, 100, 172-182.
- Godwin, C., Chen, G., Singh, K.K., 2015, The impact of urban residential development patterns on forest carbon density: An integration of LiDAR, aerial photography and field mensuration, *Landscape and Urban Planning*, 136, 97-109.
- González del Tánago, M. ve García de Jalón, D., 2011, Riparian quality index (RQI): a methodology for characterising and assessing the environmental conditions of riparian zones, *Limnetica*, 30 (2), 235-254.
- Gordon, L.J., Finlayson, C.M., Falkenmark, M., 2010, Managing water in agriculture for food production and other ecosystem services, *Agricultural Water Management*, 97 (4), 512-519.
- Gómez-Baggethun, E. ve Barton, D.N., 2013, Classifying and valuing ecosystem services for urban planning, *Ecological Economics*, 86, 235-245.
- Gökbulak, F., Serengil, Y., Özhan, S., Özyuvacı, N., Balcı, A.N., 2008, Relationship between streamflow and nutrient and sediment losses from an oak-beech forest

- watershed during an 18-year long monitoring study in Turkey, *European Journal of Forest Research*, 127 (3), 203-212.
- Gustafson, E.J., 1998, Quantifying landscape spatial pattern: What is the state of the art?, *Ecosystems*, 1 (2), 143-156.
- Gültekin, P., 2014, *Uğursuyu ve Aksu havzalarında peyzaj planlama ve ekoturizm odaklı kırsal kalkınma*, Doktora tezi, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Hamed, K.H., 2008, Trend detection in hydrologic data: The Mann–Kendall trend test under the scaling hypothesis, *Journal of Hydrology*, 349 (3–4), 350-363.
- Helian, L., Shilong, W., Guanglei, J., Ling, Z., 2011, Changes in land use and ecosystem service values in Jinan, China, *Energy Procedia*, 5, 1109-1115.
- Herold, M., Goldstein, N.C., Clarke, K.C., 2003, The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling, *Remote Sensing of Environment*, 86 (3), 286-302.
- Huang, J., Li, Q., Pontius Jr., R.G., Klemas, V., Hong, H., 2013, Detecting the dynamic linkage between landscape characteristics and water quality in a Subtropical Coastal Watershed, Southeast China, *Environmental Management*, 51 (1), 32-44.
- Iital, A., Klõga, M., Pihlak, M., Pachel, K., Zahharov, A., Loigu, E., 2014, Nitrogen content and trends in agricultural catchments in Estonia, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 198, 44-53.
- IPCC, 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU), <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>, [Ziyaret tarihi: 8 Ocak 2015].
- Jim, C.Y. ve Chen, W.Y., 2008, Assessing the ecosystem service of air pollutant removal by urban trees in Guangzhou (China), *Journal of Environmental Management*, 88 (4), 665-676.
- Johnson, A.R., Wiens, J.A., Milne, B.T., Crist, T.O., 1992, Animal movements and population dynamics in heterogeneous landscapes, *Landscape Ecology*, 7 (1), 63-75.
- Johnson, L.B., Richards, C., Host, G.E., Arthur, J.W., 1997, Landscape influences on water chemistry in Midwestern stream ecosystems, *Freshwater Biology*, 37 (1), 193-208.
- Jordan, G., Van Rompaey, A., Szilassi, P., Csillag, G., Mannaerts, C., Woldai, T., 2005, Historical landuse change and their impact on sediment fluxes in the Balaton basin (Hungary), *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 108 (2), 119-133.
- Kaptan, Ç.A., 2007, *Özgül peyzaj karakteristiklerine sahip mekanlara yönelik bir peyzaj planlama yönteminin ortaya konulması: Bozcaada örneği*, Doktora tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.

- Karadeniz, N., 1995, *Sultansazlığı örneğinde ıslak alanların çevre koruma açısından önemi üzerinde bir araştırma*, Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Karl, J.W. ve Maurer, B.A., 2010, Multivariate correlations between imagery and field measurements across scales: comparing pixel aggregation and image segmentation, *Landscape Ecology*, 25 (4), 591-605.
- Kendall, M.G., 1975, *Rank Correlation Methods*, Charles Griffin, London. ISBN: 0-85264-199-0.
- Kirchner, M., Schmidt, J., Kindermann, G., Kulmer, V., Mitter, H., Pretenthaler, F., Rüdissler, J., Schauppenlehner, T., Schönhart, M., Strauss, F., Tappeiner, U., Tasser, E., Schmid, E., 2015, Ecosystem services and economic development in Austrian agricultural landscapes - The impact of policy and climate change scenarios on trade-offs and synergies, *Ecological Economics*, 109, 161-174.
- Koffi, K.J., Deblauwe, V., Sibomana, S., Neuba, D.F.R., Champluvier, D., de Canniere, C., Barbier, N., Traore, D., Habonimana, B., Robbrecht, E., Lejoly, J., Bogaert, J., 2007, *Spatial pattern analysis as a focus of landscape ecology to support evaluation of human impact on landscapes and diversity*, Landscape ecological applications in man-influenced areas: Linking man and nature systems, In: Honk, SK., Nakagoshi, N., Fu, B., Morimoto, Y., Chapter 2, Springer Berlin Heidelberg, New York, ISBN: 978-1-4020-5487-7, 7-32.
- Koschke, L., Fürst, C., Frank, S., Makeschin, F., 2012, A multi-criteria approach for an integrated land-cover-based assessment of ecosystem services provision to support landscape planning, *Ecological Indicators*, 21, 54-66.
- Konaklı, N., 2011, *Konya Altınapa baraj gölü havzası örneğinde optimal alan kullanım planının belirlenmesi*, Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- La Notte, A., Liqueste, C., Grizzetti, B., Maes, J., Egoh, B.N., Paracchini, M.L., 2015, An ecological-economic approach to the valuation of ecosystem services to support biodiversity policy: A case study for nitrogen retention by Mediterranean rivers and lakes, *Ecological Indicators*, 48, 292-302.
- La Rosa, D. ve Privitera, R., 2013, Characterization of non-urbanized areas for land-use planning of agricultural and green infrastructure in urban contexts, *Landscape and Urban Planning*, 109 (1), 94-106.
- Lal, R., 2004, Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security, *Science*, 304 (5677), 1623-1627.
- Landsberg, H.E., 1981, *The urban climate*, Academic Press, New York, ISBN: 978-0-12-435960-4.
- Langner, M., Kull, M., Endlicher, W.R., 2011, Determination of PM₁₀ deposition based on antimony flux to selected urban surfaces, *Environmental Pollution*, 159 (8-9), 2028-2034.

- Laxen, D.P.H., 1977, A specific conductance method for quality control in water analysis, *Water Research*, 11 (1), 91-94.
- Lee, S-W., Hwang, S-J., Lee, S-B., Hwang, H-S., Sung, H-C., 2009, Landscape ecological approach to the relationships of land use patterns in watersheds to water quality characteristics, *Landscape and Urban Planning*, 92 (2), 80-89.
- Lessels, J.S. ve Bishop, T.F.A., 2013, Estimating water quality using linear mixed models with stream discharge and turbidity, *Journal of Hydrology*, 498, 13-22.
- Li, J. ve Zhou, Z.X., 2015, Coupled analysis on landscape pattern and hydrological processes in Yanhe watershed of China, *Science of the Total Environment*, 505, 927-938.
- Li, Z., Liu, W., Zhang, X., Zheng, F., 2009, Impacts of land use change and climate variability on hydrology in an agricultural catchment on the Loess Plateau of China, *Journal of Hydrology*, 377 (1-2), 35-42.
- Lin, Y-P., Hong, N-M., Wu, P-J., Wu, C-F., Verburg, P.H., 2007, Impacts of land use change scenarios on hydrology and land use patterns in the Wu-Tu watershed in Northern Taiwan, *Landscape and Urban Planning*, 80 (1-2), 111-126.
- Łowicki, D., 2012, Prediction of flowing water pollution on the basis of landscape metrics as a tool supporting delimitation of Nitrate Vulnerable Zones, *Ecological Indicators*, 23, 27-33.
- MA, 2005, Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis, *Millennium Ecosystem Assessment*, Island Press, Washington, DC.
- Mann, H.B., 1945, Non-parametric test against trend, *Econometrica*, 13 (3), 245-259.
- Mansuroğlu, S.G., 1997, *Düzce ovasının optimal alan kullanım planlaması üzerine bir araştırma*, Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Mao, D. ve Cherkauer, K.A., 2009, Impacts of land-use change on hydrologic responses in the Great Lakes region, *Journal of Hydrology*, 374 (1-2), 71-82.
- Marandi, A., Polikarpus, M., Jöeleht, A., 2013, A new approach for describing the relationship between electrical conductivity and major anion concentration in natural waters, *Applied Geochemistry*, 38, 103-109.
- Marshall, E. ve Randhir, T.O., 2008, Spatial modeling of land cover change and watershed response using Markovian cellular automata and simulation, *Water Resources Research*, 44, W04423, doi:10.1029/2006WR005514.
- McCleskey, R.B., Nordstrom, D.K., Ryan, J.N., Ball, J.W., 2012, A new method of calculating electrical conductivity with applications to natural waters, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 77, 369-382.

- McGarigal, K. ve Marks, B.J., 1995, *FRAGSTATS: Spatial pattern analysis for quantifying landscape structure*, General Technical Report, PNW-GTR-351, USDA, Pasific Northwest Research Station.
- McGarigal, K., 2002, *Landscape pattern metrics*, Encyclopedia of Environmetrics, In: El-Shaarawi, A.H. ve Pieporsch, W.W., 2, John Wiley & Sons, Chichester, England, ISBN: 0-471-89997-6, 1135-1142.
- McGarigal, K., 2015, *Fragstats Help, Software Manual*, University of Massachusetts, Amherst, <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>, [Ziyaret tarihi: 5 Mayıs 2015].
- McNeil, V.H. ve Cox, M.E., 2000, Relationship between conductivity and analysed composition in a large set of natural surface-water samples, Queensland, Australia, *Environmental Geology*, 39 (12), 1325-1333.
- Memarian, H., Balasundram, S.K., Talib, J.B., Sood, A.M., Abbaspour, K.C., 2012, Trend analysis of water discharge and sediment load during the past three decades of development in the Langat basin, Malaysia, *Hydrological Sciences Journal – Journal des Sciences Hydrologiques*, 57 (6), 1207-1222.
- Meneses, B.M., Reis, R., Vale, M.J., Saraiva, R., 2015, Land use and land cover changes in Zêzere watershed (Portugal): Water quality implications, *Science of the Total Environment*, 527-528, 439-447.
- Mesner, N. ve Geiger, J., 2010, *USU Water Quality Extension Understanding Your Watershed: pH.*, http://extension.usu.edu/files/publications/publication/nr_wq_2005-19.pdf, [Ziyaret tarihi: 12 Aralık 2014].
- Mitchell, M.G.E., Suarez-Castro, A.F., Martinez-Harms, M., Maron, M., McAlpine, C., Gaston, K.J., Johansen, K., Rhodes, J.R., 2015, Reframing landscape fragmentation's effects on ecosystem services, *Trends in Ecology & Evolution*, 30 (4), 190-198.
- Moglen, G.E., Nelson, K.C., Palmer, M.A., Pizzuto, J.E., Rogers, C.E., Hejazi, M.I., 2004, *Hydro-ecologic responses to land use in a small urbanizing watershed within the Chesapeake Bay watershed*, Ecosystems and Land Use Change, In: DeFries, R., Asner, G.P., and Houghton, R.A., American Geophysical Union Geophysical Monograph Series v. 153, ISBN: 978-0-87590-418-4, 41-60.
- Montgomery, D.R., 2007, Soil erosion and agricultural sustainability, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104 (33), 13268-13272.
- Moseley, D., Marzano, M., Chetcuti, J., Watts, K., 2013, Green networks for people: Application of a functional approach to support the planning and management of greenspace, *Landscape and Urban Planning*, 116, 1-12.
- Ndubisi, F., 2002, *Ecological Planning: A Historical and Comparative Synthesis*, The Johns Hopkins University Press, USA, ISBN 0-8018-6801-7.

- Neary, D.G., Ice, G.G., Jackson, C.R., 2009, Linkages between forest soils and water quality and quantity, *Forest Ecology and Management*, 258 (10), 2269–2281.
- Norton, B.A., Coutts, A.M., Livesley, S.J., Harris, R.J., Hunter, A.M., Williams, N.S.G., 2015, Planning for cooler cities: A framework to prioritise green infrastructure to mitigate high temperatures in urban landscapes, *Landscape and Urban Planning*, 134, 127-138.
- Nosetto, M.D., Jobbágy, E.G., Brizuela, A.B., Jackson, R.B., 2012, The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 154, 2-11.
- O'Neill, R.V., Krummel, J.R., Gardner, R.H., Sugihara, G., Jackson, B., DeAngelis, D.L., Milne, B.T., Turner, M.G., Zygmunt, B., Christensen, S.W., Dale, V.H., Graham, R.L., 1988, Indices of landscape pattern, *Landscape Ecology*, 1 (3), 153-162.
- Ontl, T.A. ve Schulte, L.A., 2012, Soil carbon storage, *Nature Education Knowledge*, 3 (10), 35.
- Ortaçesme, V., 1996, *Adana ili akdeniz kıyı kesiminin ekolojik peyzaj planlama ilkeleri çerçevesinde değerlendirilmesi ve optimal alan kullanım önerileri*, Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Ouyang, W., Skidmore, A.K., Hao, F., Wang, T., 2010, Soil erosion dynamics response to landscape pattern, *Science of The Total Environment*, 408 (6), 1358-1366.
- Özhan, S., 2004, *Havza Amenajmanı*, İ.Ü. Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Anabilim Dalı, İ.Ü. Rektörlük Yayın No: 4510, Orman Fakültesi Yayın No: 481.
- Öztürk, M., Copty, N.K., Saysel A.K., 2013, Modeling the impact of land use change on the hydrology of a rural watershed, *Journal of Hydrology*, 497, 97–109.
- Pamukçu, P., 2011, *İstanbul-Riva deresi ve çevresinin peyzaj potansiyelinin irdelenmesi*, Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Pamukçu, P., Erdem, N., Serengil, Y., 2011, Landscape potential assessment in river basins: Riva Creek case study, *The 8th IALE World Congress*, 18-23 August 2011, Beijing, China.
- Pamukçu, P., Serengil, Y., Yurtseven, İ., 2014, Role of forest cover, land use change and climate change on water resources in Marmara basin of Turkey, *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 8, 480-486.
- Pamukçu, P., Serengil, Y., Uzun, A., 2015, Soil conservation and water production services of ecosystems and their inclusion into landscape planning in sprawling cities, *IUFRO Sustaining ecosystem services in forest landscapes – concepts, research, and applications*, 23-30 August 2015, Tartu, Estonia.

- Pawlowicz, R., 2008, Calculating the conductivity of natural waters, *Limnology and Oceanography: Methods*, 6, 489-501.
- Pickett, S.T.A. ve Cadenasso M.L., 1995, Landscape ecology: spatial heterogeneity in ecological systems, *Science*, 269 (5222), 331-334.
- Pickett, S.T.A. ve Rogers, K.H., 1997, *Patch dynamics: The transformation of landscape structure and function*. Wildlife and landscape ecology: Effects of pattern and scale, In: Bissonette, A., Springer Verlag, New York, ISBN: 978-1-4612-1918-7, 101-127.
- PLUARG (Pollution from Land Use Activities Reference Group), 1978, *Environmental management strategy for the Great Lakes ecosystem*, Final Report, Pollution from Land Use Activities Reference Group to the International Joint Commission, Great Lakes Regional Office, Windsor, Ontario, Canada.
- Powers, M., Kolka, R., Palik, B., McDonald, R., Jurgensen, M., 2011, Long-term management impacts on carbon storage in Lake States forests, *Forest Ecology and Management*, 262 (3), 424-431.
- Qi, Y. ve Wu, J., 1996, Effects of changing spatial resolution on the results of landscape pattern analysis using spatial autocorrelation indices, *Landscape Ecology*, 11 (1), 39-49.
- Ren, Y., Wei, X., Wang, D., Luo, Y., Song, X., Wang, Y., Yang, Y., Hua, L., 2013, Linking landscape patterns with ecological functions: A case study examining the interaction between landscape heterogeneity and carbon stock of urban forests in Xiamen, China, *Forest Ecology and Management*, 293, 122-131.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., 1997, *Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE)*. Agricultural Handbook No. 703, USDA, Washington.
- Risser, P.G., Karr, J.R., Forman, R.T.T., 1984, *Landscape Ecology: Directions and Approaches*, Illinois Natural History Survey, Special Publication Number 2.
- Rozenstein, O. ve Karnieli, A., 2011, Comparison of methods for land-use classification incorporating remote sensing and GIS inputs, *Applied Geography*, 31 (2), 533-544.
- Ryding, S.O. ve Rast, W., 1989, *The control of eutrophication of lakes and reservoirs*, The Parthenon Publishing Group Inc., New Jersey, USA, ISBN 0-929858-13-1.
- Schägner, J.P., Brander, L., Maes, J., Hartje, V., 2013, Mapping ecosystem services' values: Current practice and future prospects, *Ecosystem Services*, 4, 33-46.
- Schindler, S., von Wehrden, H., Poirazidis, K., Wrbka, T., Kati, V., 2013, Multiscale performance of landscape metrics as indicators of species richness of plants, insects and vertebrates, *Ecological Indicators*, 31, 41-48.

- Schueler, T.R., 2004, *An integrated framework to restore small urban watersheds*. Small Watershed Restoration Manual Series, Manual 1, Center for Watershed Protection, Ellicott City, MD, USA.
- Schulp, C.J.E., Thuiller, W., Verburg, P.H., 2014, Wild food in Europe: A synthesis of knowledge and data of terrestrial wild food as an ecosystem service, *Ecological Economics*, 105, 292-305.
- Seabrook, L., McAlpine, C.A., Bowen, M.E., 2011, Restore, repair or reievent: Options for sustainable landscapes in a changing climate, *Landscape and Urban Planning*, 100 (4), 407-410.
- Shi, W., Yu, X., Liao, W., Wang, Y. Jia, B., 2013, Spatial and temporal variability of daily precipitation concentration in the Lancang River basin, China, *Journal of Hydrology*, 495, 197-207.
- Shi, Z.H., Ai, L., Li, X., Huang, X.D., Wua, G.L., Liao, W., 2013, Partial least-squares regression for linking land-cover patterns to soil erosion and sediment yield in watersheds, *Journal of Hydrology*, 498, 165-176.
- Siosemarde, M., Kave, F., Pazira, E., Sedghi, H., Ghaderi, S.J., 2010, Determine of constant coefficients to relate total dissolved solids to electrical conductivity, *International Science Index, Geological and Environmental Engineering*, 4 (10), 457-459.
- Smart, M.M., Jones, J.R., Sebaugh, J.L., 1985, Stream-watershed relations in the Missouri Ozark Plateau Province, *Journal of Environmental Quality*, 14 (1), 77-82.
- Sonzogni, W.C., Jeffs, D.M., Konrad, J.C., Robinson, J.B., Chesters, G., Coote, D.R., Ostry, R.C., 1980, Pollution from land runoff, *Environmental Science and Technology*, 14 (2), 148-153.
- Sriwongsitanon, N. ve Taesombat, W., 2011, Effects of land cover on runoff coefficient, *Journal of Hydrology*, 410 (3-4), 226-238.
- Strahler, A.N., 1957, Quantitative analysis of watershed geomorphology, *Transactions of the American Geophysical Union*, 38 (6), 913-920.
- Su, S., Ma, X., Xiao, R., 2014, Agricultural landscape pattern changes in response to urbanization at ecoregional scale, *Ecological Indicators*, 40, 10-18.
- Syrbe, R-U. ve Walz, U., 2012, Spatial indicators for the assessment of ecosystem services: Providing, benefiting and connecting areas and landscape metrics, *Ecological Indicators*, 21, 80-88.
- Şahin, Ş., 1996, *Dikmen vadisi peyzaj potansiyelinin saptanması ve değerlendirilmesi üzerine bir araştırma*, Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şahin, Ş., Dilek, F., Çakıcı, I., Köylü, P., 2007, Akdağ tabiat parkı koruma ve rekreasyon amaçlı peyzaj planlaması, *Peyzaj Mimarlığı Dergisi*, 1-2, 22-35.

- TEEB, 2010, *The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations*, Earthscan, London and Washington.
- Thanapakpawin, P., Richey, J., Thomas, D., Rodda, S., Campbell, B., Logsdon, M., 2007, Effects of landuse change on the hydrologic regime of the Mae Chaem river basin, NW Thailand, *Journal of Hydrology*, 334 (1–2), 215-230.
- Thornthwaite, C.W., 1948, An Approach toward a rational classification of climate, *Geographical Review*, 38 (1), 55-94.
- Tunçay, H.E., Kelkit, A., Deniz, B., Kara, B., Bolca, M., 2009, Peyzaj strüktür indeksleri ile koruma alanları ve çevresindeki peyzajın geçirdiği değişimin tespiti ve alan kullanım planlaması önerilerinin geliştirilmesi: Dilek yarımadası-Menderes deltası milli parkı ve bafa gölü koruma alanı örneği, Kesin Rapor, *Tübitak Proje No: 106Y015*.
- Turner, M.G., 1990, Spatial and temporal analysis of landscape pattern, *Landscape Ecology*, 4 (1), 21-30.
- Turner, M.G. ve Gardner, R.H., 1991, *Quantitative methods in landscape ecology: The analysis and interpretation of landscape heterogeneity*, Springer-Verlag, New York.
- Turner, M.G., Gardner, R.H., O'Neill, R.V., 2001, *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*, Springer-Verlag, New York, ISBN: 0-387-95123-7.
- Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K., de Vries, S., 2005, *Benefits and uses of urban forests and trees*, Urban Forests and Trees, In: Konijnendijk, C., Nilsson, K., Randrup, T., Schipperijn, J., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, ISBN: 978-3-540-25126-2, 81-114.
- United Nations, 2010, World Urbanization Prospects: The 2009 Revision, UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York, <http://www.ctc-health.org.cn/file/2011061610.pdf>, [Ziyaret tarihi: 12 Aralık 2013].
- USEPA, 2005, *Water Sentinel online water quality monitoring as an indicator of drinking water contamination*, EPA 817-D-05-002. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Water Security Division.
- Uuemaa, E., Mander, Ü., Marja, R., 2013, Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: A review, *Ecological Indicators*, 28, 100-106.
- Uuemaa, E., Roosaare, J., Mander, Ü., 2005, Scale dependence of landscape metrics and their indicatory value for nutrient and organic matter losses from catchments, *Ecological Indicators*, 5 (4), 350-369.
- Uzun., A., Yeşil, A., Koç, A., 2000, İstanbul-Büyükkada'daki yerleşimlerin vejetasyona etkisinin CBS yardımıyla saptanması, 9. *Ulusal Bölge Bilimi/Bölge Planlama Kongresi*, 5-6 Ekim 2000, Trabzon.

- Uzun, A., Yener, H., Koç, A., Yeşil, A., 2012, Determination of temporal changes in land uses of Prices' Islands, Istanbul (TR), *African Journal of Agricultural Research*, 7 (8), 1358-1367.
- Uzun, O., 2003, *Düzce Asarsuyu havzası peyzaj değerlendirmesi ve yönetim modelinin geliştirilmesi*, Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Uzun, O., Karadağ, A., Gültekin, P., 2010a, Coğrafi bilgi sistemlerinin ve uzaktan algılamanın peyzaj planlamada kullanımı, *III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZALCBS'2010)*, 11 - 13 Ekim 2010, Gebze, Kocaeli.
- Uzun, O., Dilek, F., Çetinkaya, G., Erduran, F., Açıksöz, S., 2010b, *Konya ili, Bozkır-Seydişehir-Ahırlı-Yalıhüyük ilçeleri ve Suğla Gölü mevki peyzaj yönetimi, koruma ve planlama projesi*, 1. Ara Rapor, TC Çevre ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Doğa Koruma Dairesi Başkanlığı. Ankara.
- Van der Biest, K., Vrebos, D., Staes, J., Boerema, A., Bodí, M.B., Fransen, E., Meire, P., 2015, Evaluation of the accuracy of land-use based ecosystem service assessments for different thematic resolutions, *Journal of Environmental Management*, 156, 41-51.
- Verkerk, P.J., Mavsar, R., Giergiczny, M., Lindner, M., Edwards, D., Schelhaas, M.J., 2014, Assessing impacts of intensified biomass production and biodiversity protection on ecosystem services provided by European forests, *Ecosystem Services*, 9, 155-165.
- Visconti, F., De Paz, J.M., Rubio, J.L., 2010, An empirical equation to calculate soil solution electrical conductivity at 25°C from major ion concentrations, *European Journal of Soil Science*, 61 (6), 980-993.
- Wang, W., Guo, H., Chuai, X., Dai, C., Lai, L., Zhang, M., 2014, The impact of land use change on the temporospatial variations of ecosystems services value in China and an optimized land use solution, *Environmental Science & Policy*, 44: 62-72.
- Wang, Z., Mao, D., Li, L., Jia, M., Dong, Z., Miao, Z., Ren, C., Song, C., 2015, Quantifying changes in multiple ecosystem services during 1992–2012 in the Sanjiang Plain of China, *Science of The Total Environment*, 514, 119-130.
- Wischmeier, W. ve Smith, D., 1965, *Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of rocky mountains: Guide for selection of practices for soil and water conservations*, Agricultural Handbook 282, USDA, Washington.
- With, K.A., 1997, The application of neutral landscape models in conservation biology, *Conservation Biology*, 11 (5), 1069-1080.
- Wu, J. ve Levin, S.A., 1994, A spatial patch dynamic modeling approach to pattern and process in an annual grassland, *Ecological Monographs*, 64 (4) 447-464.
- Wu, J. ve Hobbs, R., 2002, Key issues and research priorities in landscape ecology: An idiosyncratic synthesis, *Landscape Ecology*, 17, 355-65.

- Xiangpeng, K. ve Shuhong, Y., 2014, The impact of water temperature on water quality indexes in north of Liaodong Bay, *Marine Pollution Bulletin*, 80 (1-2), 245-249.
- Xia, L.L., Liu, R.Z., Zao, Y.W., 2012, Correlation Analysis of Landscape Pattern and Water Quality in Baiyangdian Watershed, *Procedia Environmental Sciences*, 13, 2188 – 2196.
- Xiao, H. ve Ji, W., 2007, Relating landscape characteristics to non-point source pollution in mine waste-located watersheds using geospatial techniques, *Journal of Environmental Management*, 82 (1), 111-119.
- Xu, L., Li, H., Liang, X., Yao, Y., Zhou, L., Cui, X., 2012, Water quality parameters response to temperature change in small shallow lakes, *Physics and Chemistry of the Earth*, 47-48, 128-134.
- Yang, L., Zhang, L., Li, Y., Wu, S., 2015, Water-related ecosystem services provided by urban green space: A case study in Yixing City (China), *Landscape and Urban Planning*, 136, 40-51.
- Yao, M., Nan, J., Chen, T., 2014, Effect of particle size distribution on turbidity under various water quality levels during flocculation processes, *Desalination*, 354, 116-124.
- Yapp, G., Walker, J., Thackway, R., 2010, Linking vegetation type and condition to ecosystem goods and services, *Ecological Complexity*, 7 (3), 292-301.
- Yeşil, M., 2010, *Tozanlı havzası Tokat-Almus ilçesi ekolojik temelli kırsal peyzaj planlaması*, Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Yeşil, P., 2009, *Kelkit havzası Tokat kesiminin biyosfer rezervi olarak planlanması*, Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Yıldırım, E., 2013, *Manavgat nehri havzasındaki peyzaj değişiminin peyzajların korunması, planlanması ve yönetimine yönelik değerlendirilmesi*, Doktora tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Yıldız, N., 2006, *Tortum Çayı havzasının uygun alan kullanımının CBS ile belirlenmesi*, Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Yılmaz, O., 2009, *Gediz havzası bütününde Gediz deltası'nın uzaktan algılama teknikleri uygulanarak alan kullanım kararları ve ekosistem bozunumu ilişkileri üzerine araştırmalar*, Doktora tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Zhang, J., Ge, Y., Chang, J., Jiang, B., Jiang, H., Peng, C., Zhu, J., Yuan, W., Qi, L., Yu, S., 2007, Carbon storage by ecological service forests in Zhejiang Province, subtropical China, *Forest Ecology and Management*, 245 (1-3), 64-75.

Zhang, B., Li, W.H., Xie, G.D., 2010, Ecosystem services research in China: Progress and perspective, *Ecological Economics*, 69 (7), 1389-1395.

Zhou, T., Wu, J., Peng, S., 2013, Assessing the effects of landscape pattern on river water quality at multiple scales: A case study of the Dongjiang River watershed, China, *Ecological Indicators*, 23, 166-175.

EKLER

EK 1. Çalışma alanındaki meşcere tipleri.

Meşcere tipleri	Meşcere tipi açıklama	Yayıllık alanı (ha)
BÇf	Bozuk fıstık çamı	30.05
BÇk	Bozuk karaçam	91.65
BÇkM	Bozuk karaçam ağırlıklı meşe	3.85
BÇm	Bozuk sahil çamı	10.07
BÇz	Bozuk kızılçam	184.97
BDy	Bozuk diğer yapraklılar	2450.97
Bk	Bataklık, sazlık	44.57
BKBt	Bozuk karışık baltalık meşceresi	290.72
BM	Bozuk meşe	395.11
BMDy	Bozuk meşe ağırlıklı diğer yap.	2.84
Çfa, Çfa0, Çfa3, Çfab3, Çfb3, Çfc2, Çfc3	Fıstık çamı	1094.28
ÇfÇkSa	Fıstık çamı ağırlıklı karaçam ve sedir	5.44
ÇfÇma0	Fıstık çamı ağırlıklı sahil çamı	3.45
ÇfÇzc3	Fıstık çamı ağırlıklı kızılçam	24.89
ÇfDiDycd3	Fıstık çamı ağırlıklı diğer ibrelili ve diğer yapraklı	2.55
ÇfMa0, ÇfMc3	Fıstık çamı ağırlıklı meşe	38.58
ÇfYa0a, ÇfYaa	Fıstık çamı ağırlıklı yalancı akasya	43.16
ÇfYaMa	Fıstık çamı ağırlıklı yalancı akasya ve meşe	0.57
Çka, Çka3, Çkab3, Çkb2, Çkb3, Çkbc2, Çkbc3, Çkc1, Çke2, Çkc3, Çked2	Karaçam	2192.65
ÇkÇsDyc3	Karaçam ağırlıklı sarıçam ve diğer yapraklı	35.48
ÇkDiDycd3	Karaçam ağırlıklı diğer ibrelili ve diğer yapraklı	2.59
ÇkDyab3	Karaçam ağırlıklı diğer yapraklılar	124.27
ÇkGDycd3	Karaçam ağırlıklı göknar ve diğer yapraklı	4.45
ÇkKnMc3	Karaçam ağırlıklı kayın ve meşe	6.73
ÇkMab3, ÇkMb3, ÇkMbc3, ÇkMc3	Karaçam ağırlıklı meşe	1110.49
ÇkMDya3	Karaçam ağırlıklı meşe ve diğer yapraklı	0.94
ÇkMGnbc3	Karaçam ağırlıklı meşe ve gürgen	2.81
Çma, Çma3, Çmab3, Çmb2, Çmb3, Çmbe3, Çmc2, Çmc3, Çmed2, Çmed3	Sahil çamı	1740.36
ÇmÇfÇzcd3	Sahil çamı ağırlıklı fıstık çamı ve kızılçam	3.97
ÇmKsMbc3	Sahilçamı ağırlıklı kestane ve meşe	2.26
ÇmMa3, ÇmMbc3, ÇmMc3	Sahil çamı ağırlıklı meşe	144.08
ÇmYaa	Sahil çamı ağırlıklı yalancı akasya	21.63
Çse3	Sarıçam	0.24
ÇsÇkc3	Sarıçam ağırlıklı karaçam	16.64
ÇsMc3	Sarıçam ağırlıklı meşe	8.35
Çza, Çzb3, Çzbc3, Çzc1, Çze2, Çzc3	Kızılçam	503.68
ÇzMbc3, ÇzMc2, ÇzMc3	Kızılçam ağırlıklı meşe	433.72
ÇzMÇfc3	Kızılçam ağırlıklı meşe ve fıstık çamı	7.66
Dp	Orman deposu	15.85
F	Orman fidanlığı	57.35
Gc3	Göknar	2.46
Gnab3, Gnbc3	Gürgen	21.92
GnDybc3	Gürgen ağırlıklı diğer yapraklılar	88.07
GnKsMab3	Gürgen ağırlıklı kestane ve meşe	0.90
GnKzDycd3	Gürgen ağırlıklı kızılçam ve diğer yapraklı	13.30
GnMa3, GnMb3, GnMbc3, GnMcd3	Gürgen ağırlıklı meşe	132.05
İs	İskan	11985.95
Kn3, Kned3, Knd3	Kayın	233.02
KnGnlhd3	Kayın ağırlıklı gürgen ve ıhlamur	1.26
KnGnMcd3	Kayın ağırlıklı gürgen ve meşe	144.73
KnMcd2, KnMcd3, KnMd1, KnMd3	Kayın ağırlıklı meşe	666.48
KnMGncd3	Kestane ağırlıklı meşe ve gürgen	409.25
KsGnab3	Kestane ağırlıklı gürgen	4.84

EK 1 (devam). Çalışma alanındaki meşcere tipleri.

Meşcere tipleri	Meşcere tipi açıklama	Yayılış alanı (ha)
KzDşGncd3	Kızılağaç ağırlıklı dışbudak ve gürgen	8.57
KzDşlhcd3	Kızılağaç ağırlıklı dışbudak ve ihlamur	14.32
Ma, Ma3, Mab3, Mb3, Mbc3, Mc2, Mc3, Mcd3, Md3	Meşe	2467.93
MÇkab3, MÇkb3, MÇkbc3	Meşe ağırlıklı karaçam	827.86
MÇkGnbc3	Meşe ağırlıklı karaçam ve gürgen	86.19
MÇzb3, MÇzbc3	Meşe ağırlıklı kızılçam	61.35
MDiDyab3, MDiDyc2	Meşe ağırlıklı diğer ibrelî ve diğer yapraklı	41.08
MDya, MDya3, MDyab3, MDyb3, MDybc2, MDybc3	Meşe ağırlıklı diğer yapraklılar	4485.28
MGna, MGna3, MGnab3, MGnb3, MGnbc3, MGnc3, MGncd2, MGncd3	Meşe ağırlıklı gürgen	2865.15
MGnDyab3	Meşe ağırlıklı gürgen ve diğer yapraklı	8.41
MGnKn3, MGnKnc3, MGnKncd3	Meşe ağırlıklı gürgen ve kayın	389.29
MGnKsb3, MGnKsc3, MGnKscd3	Meşe ağırlıklı gürgen ve kestane	333.02
MKn3, MKncd3, MKnd3	Meşe ağırlıklı kayın	128.83
MKnGnab3, MKnGnc3, MKnGncd3	Meşe ağırlıklı kayın ve gürgen	269.21
MKoDyab3	Meşe ağırlıklı kocayemiş ve diğer yapraklı	0.04
MKsa3, MKscd3	Meşe ağırlıklı kestane	29.39
MKsGnb3	Meşe ağırlıklı kestane ve gürgen	0.75
Ö.A	Özel ağaçlandırma	400.40
Ö.O	Özel orman	16.34
OT, OT-Is, OT-Oc	Ağaçsız orman içi açıklık	5328.95
Sa3	Sedir	4.17
Sra	Servi	4.00
SU	Göl, Bent, Baraj, Nehir	1760.43
Ts	Tesis	0.92
Yaa, Yaab3	Yalancı akasya	93.34
YaÇma	Yalancı akasya ağırlıklı sahil çamı	4.61
Z	Ziraat alanları	13640.85

EK 2. Toprak altı ve toprak üstü biyokütle ve C hesabı.

Nokta	Ağaç (cins)	Göğüs çapı (cm)	Kabuklu hacim (m ³)	Meşcere tipi	Hektardaki kabuklu hacim (m ³ /ha)	Topraküstü biyokütle (ton dm/m ³)	Toprakaltı biyokütle (ton dm/m ³)	Topraküstü biyokütle karbonu (ton C/ha)	Toprakaltı biyokütle karbonu (ton C/ha)
N1	<i>Quercus spp.</i>	52.5	2.06	Yapraklı	314.44	251.56	60.37	120.75	28.98
N1	<i>Quercus spp.</i>	36.5	1.02						
N1	<i>Quercus spp.</i>	43.5	1.43						
N1	<i>Quercus spp.</i>	26	0.52						
N1	<i>Carpinus spp.</i>	47	7.55						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	15	0.58	Yapraklı	459.66	367.73	88.25	176.51	42.36
N2	<i>Quercus spp.</i>	23.5	0.43						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	11.5	0.32						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	10.5	0.26						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	16.5	0.72						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	11.5	0.32						
N2	<i>Quercus spp.</i>	22.5	0.40						
N2	<i>Quercus spp.</i>	18	0.25						
N2	<i>Quercus spp.</i>	13	0.13						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	13	0.42						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	7	0.10						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	10.5	0.26						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	9	0.18						
N2	<i>Quercus spp.</i>	22	0.38						
N2	<i>Quercus spp.</i>	22.5	0.40						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	9	0.18						
N2	<i>Quercus spp.</i>	24	0.45						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	9	0.18						
N2	<i>Quercus spp.</i>	22.5	0.40						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	12.5	0.38						
N2	<i>Quercus spp.</i>	16	0.20						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	5.5	0.06						
N2	<i>Quercus spp.</i>	18.5	0.27						
N2	<i>Quercus spp.</i>	24	0.45						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	13.5	0.46						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	6.5	0.09						
N2	<i>Quercus spp.</i>	18	0.25						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	8.5	0.16						
N2	<i>Quercus spp.</i>	17	0.23						
N2	<i>Quercus spp.</i>	17.5	0.24						
N2	<i>Quercus spp.</i>	25	0.49						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	11	0.29						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	22	1.37						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	12	0.35						
N2	<i>Quercus spp.</i>	26.5	0.54						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	12.5	0.38						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	8	0.14						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	11	0.29						
N2	<i>Quercus spp.</i>	22	0.38						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	6	0.07						
N2	<i>Quercus spp.</i>	17	0.23						
N2	<i>Quercus spp.</i>	17.5	0.24						
N2	<i>Quercus spp.</i>	17.5	0.24						
N2	<i>Quercus spp.</i>	15.5	0.19						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	10.5	0.26						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	17	0.77						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	21	1.23						
N2	<i>Quercus spp.</i>	10.5	0.08						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	12.5	0.38						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	17.5	0.82						
N2	<i>Carpinus spp.</i>	8.5	0.16						
N2	<i>Quercus spp.</i>	21	0.35						
N3	<i>Pinus nigra</i>	23	0.39	İbrelî Yapraklı	189.15 69.39	132.41 97.15	26.48 23.32	67.53 46.63	13.51 11.19
N3	<i>Quercus spp.</i>	10.5	0.08						
N3	<i>Quercus spp.</i>	4	0.01						
N3	<i>Quercus spp.</i>	11.5	0.10						
N3	<i>Quercus spp.</i>	13.5	0.14						
N3	<i>Quercus spp.</i>	15.5	0.19						
N3	<i>Quercus spp.</i>	8.5	0.05						
N3	<i>Crataegus spp.</i>	3	0.01						
N3	<i>Quercus spp.</i>	12.5	0.12						
N3	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07						
N3	<i>Quercus spp.</i>	6.5	0.02						
N3	<i>Pinus nigra</i>	27.5	0.55						
N3	<i>Quercus spp.</i>	11	0.09						
N3	<i>Quercus spp.</i>	7	0.03						
N3	<i>Quercus spp.</i>	3	0.01						
N3	<i>Quercus spp.</i>	6	0.02						
N3	<i>Quercus spp.</i>	3	0.01						
N3	<i>Quercus spp.</i>	7	0.03						
N3	<i>Quercus spp.</i>	3	0.01						
N3	<i>Quercus spp.</i>	6	0.02						
N3	<i>Quercus spp.</i>	8	0.04						
N3	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06						
N3	<i>Quercus spp.</i>	4	0.01						

EK 2 (devam). Toprak altı ve toprak üstü biyokütle ve C hesabı.

Nokta	Ağaç (cins)	Göğüs çapı (cm)	Kabuklu hacim (m ³)	Meşecere tipi	Hektardaki kabuklu hacim (m ³ /ha)	Topraküstü biyokütle (ton dm/m ³)	Toprakaltı biyokütle (ton dm/m ³)	Topraküstü biyokütle karbonu (ton C/ha)	Toprakaltı biyokütle karbonu (ton C/ha)						
N3	<i>Quercus spp.</i>	5	0.01												
N3	<i>Quercus spp.</i>	4	0.01												
N3	<i>Quercus spp.</i>	3	0.01												
N3	<i>Pinus nigra</i>	22.5	0.37												
N3	<i>Pinus nigra</i>	6	0.06												
N3	<i>Pinus nigra</i>	12.5	0.13												
N3	<i>Pinus nigra</i>	10.5	0.10												
N3	<i>Quercus spp.</i>	24	0.45												
N3	<i>Pinus nigra</i>	26.5	0.51												
N3	<i>Quercus spp.</i>	7	0.03												
N3	<i>Quercus spp.</i>	3	0.01												
N3	<i>Pinus nigra</i>	21.5	0.34												
N3	<i>Pinus nigra</i>	8	0.07												
N3	<i>Pinus nigra</i>	22	0.35												
N3	<i>Quercus spp.</i>	5	0.01												
N3	<i>Quercus spp.</i>	3	0.01												
N3	<i>Quercus spp.</i>	5	0.01												
N3	<i>Pinus nigra</i>	20	0.29												
N3	<i>Quercus spp.</i>	12	0.11												
N3	<i>Quercus spp.</i>	3	0.01												
N3	<i>Pinus nigra</i>	30	0.65												
N3	<i>Quercus spp.</i>	8	0.04												
N3	<i>Pinus nigra</i>	23	0.39												
N3	<i>Pinus nigra</i>	28.5	0.59												
N3	<i>Pinus nigra</i>	33	0.79												
N3	<i>Quercus spp.</i>	8	0.04												
N3	<i>Quercus spp.</i>	7	0.03												
N3	<i>Quercus spp.</i>	3	0.01												
N3	<i>Quercus spp.</i>	3	0.01												
N3	<i>Pinus nigra</i>	23	0.39												
N3	<i>Quercus spp.</i>	8	0.04												
N3	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07												
N3	<i>Pinus nigra</i>	18.5	0.25												
N3	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07												
N3	<i>Crataegus spp.</i>	7	0.01												
N3	<i>Crataegus spp.</i>	5	0.01												
N3	<i>Quercus spp.</i>	12	0.11												
N3	<i>Pinus nigra</i>	26.5	0.51												
N3	<i>Pinus nigra</i>	16	0.20												
N3	<i>Quercus spp.</i>	14	0.15												
N3	<i>Pinus nigra</i>	23	0.39												
N3	<i>Quercus spp.</i>	14	0.15												
N3	<i>Quercus spp.</i>	12	0.11												
N3	<i>Quercus spp.</i>	13	0.13												
N3	<i>Pinus nigra</i>	18	0.24												
N8	<i>Quercus spp.</i>	19	0.28							Yapraklı	55.53	77.75	18.66	37.32	8.96
N8	<i>Quercus spp.</i>	14.5	0.16												
N8	<i>Quercus spp.</i>	13	0.13												
N8	<i>Quercus spp.</i>	12.5	0.12												
N8	<i>Quercus spp.</i>	13.5	0.14												
N8	<i>Quercus spp.</i>	16.5	0.21												
N8	<i>Quercus spp.</i>	14.8	0.17												
N8	<i>Quercus spp.</i>	17	0.23												
N8	<i>Quercus spp.</i>	10.3	0.08												
N8	<i>Quercus spp.</i>	18.3	0.26												
N8	<i>Quercus spp.</i>	12.3	0.12												
N8	<i>Quercus spp.</i>	11.8	0.11												
N8	<i>Quercus spp.</i>	9.8	0.07												
N8	<i>Quercus spp.</i>	13.5	0.14												
N9	<i>Fagus spp.</i>	34.3	0.80	Yapraklı	460.63	368.50	88.44	176.88	42.45						
N9	<i>Quercus spp.</i>	54.3	2.20												
N9	<i>Fagus spp.</i>	7.5	0.02												
N9	<i>Fagus spp.</i>	35.5	0.86												
N9	<i>Fagus spp.</i>	11.3	0.08												
N9	<i>Quercus spp.</i>	60.8	2.74												
N9	<i>Fagus spp.</i>	12.0	0.09												
N9	<i>Fagus spp.</i>	10.4	0.06												
N9	<i>Fagus spp.</i>	10.5	0.07												
N9	<i>Fagus spp.</i>	12.8	0.11												
N9	<i>Fagus spp.</i>	26.0	0.47												
N9	<i>Fagus spp.</i>	19.0	0.25												
N9	<i>Fagus spp.</i>	10.3	0.06												
N9	<i>Fagus spp.</i>	11.0	0.08												
N9	<i>Fagus spp.</i>	12.8	0.11												
N9	<i>Fagus spp.</i>	15.3	0.16												
N9	<i>Quercus spp.</i>	68.0	3.41												
N9	<i>Fagus spp.</i>	22.8	0.36												
N9	<i>Fagus spp.</i>	27.0	0.51												
N9	<i>Fagus spp.</i>	12.8	0.11												
N9	<i>Fagus spp.</i>	13.8	0.13												

EK 2 (devam). Toprak altı ve toprak üstü biyokütle ve C hesabı.

Nokta	Ağaç (cins)	Göğüs çapı (cm)	Kabuklu hacim (m ³)	Meşecere tipi	Hektardaki kabuklu hacim (m ³ /ha)	Topraküstü biyokütle (ton dm/m ³)	Toprakaltı biyokütle (ton dm/m ³)	Topraküstü biyokütle karbonu (ton C/ha)	Toprakaltı biyokütle karbonu (ton C/ha)
N9	<i>Quercus spp.</i>	55.5	2.30	Yapraklı	278.19	222.55	53.41	106.82	25.64
N9	<i>Fagus spp.</i>	13.0	0.11						
N9	<i>Fagus spp.</i>	25.0	0.44						
N9	<i>Fagus spp.</i>	22.8	0.36						
N9	<i>Quercus spp.</i>	58.5	2.54						
N10	<i>Quercus spp.</i>	35.3	0.95						
N10	<i>Fagus spp.</i>	43.0	1.24						
N10	<i>Fagus spp.</i>	4.0	0.01						
N10	<i>Fagus spp.</i>	24.0	0.40						
N10	<i>Quercus spp.</i>	31.3	0.75						
N10	<i>Fagus spp.</i>	8.5	0.04						
N10	<i>Fagus spp.</i>	9.5	0.05						
N10	<i>Fagus spp.</i>	2.0	0.01						
N10	<i>Fagus spp.</i>	2.0	0.01						
N10	<i>Quercus spp.</i>	33.5	0.86						
N10	<i>Quercus spp.</i>	30.0	0.69						
N10	<i>Fagus spp.</i>	28.5	0.56						
N10	<i>Fagus spp.</i>	12.0	0.09						
N10	<i>Fagus spp.</i>	18.0	0.23						
N10	<i>Fagus spp.</i>	6.5	0.01						
N10	<i>Fagus spp.</i>	46.0	1.42						
N10	<i>Fagus spp.</i>	20.5	0.29						
N10	<i>Fagus spp.</i>	28.0	0.54						
N10	<i>Fagus spp.</i>	5.5	0.01						
N10	<i>Fagus spp.</i>	15.5	0.17						
N10	<i>Fagus spp.</i>	24.5	0.42						
N10	<i>Fagus spp.</i>	8.5	0.04						
N10	<i>Quercus spp.</i>	23.5	0.43						
N10	<i>Fagus spp.</i>	42.3	1.20						
N10	<i>Fagus spp.</i>	9.5	0.05						
N10	<i>Fagus spp.</i>	6.5	0.01						
N10	<i>Fagus spp.</i>	27.5	0.52						
N10	<i>Fagus spp.</i>	13.5	0.12						
N11	<i>Pinus nigra</i>	23.0	0.39	İbrelî Yapraklı	157.50 107.00	110.25 112.35	22.05 26.96	56.23 53.93	11.25 12.94
N11	<i>Quercus spp.</i>	9.5	0.07						
N11	<i>Quercus spp.</i>	10.5	0.08						
N11	<i>Quercus spp.</i>	9.5	0.07						
N11	<i>Quercus spp.</i>	5.0	0.01						
N11	<i>Quercus spp.</i>	14.3	0.16						
N11	<i>Quercus spp.</i>	7.1	0.03						
N11	<i>Quercus spp.</i>	12.9	0.13						
N11	<i>Quercus spp.</i>	6.9	0.03						
N11	<i>Pinus nigra</i>	23.5	0.40						
N11	<i>Quercus spp.</i>	3.5	0.01						
N11	<i>Quercus spp.</i>	9.2	0.06						
N11	<i>Quercus spp.</i>	6.4	0.02						
N11	<i>Quercus spp.</i>	25.0	0.49						
N11	<i>Quercus spp.</i>	7.8	0.04						
N11	<i>Quercus spp.</i>	6.5	0.02						
N11	<i>Quercus spp.</i>	6.2	0.02						
N11	<i>Pinus nigra</i>	25.0	0.45						
N11	<i>Quercus spp.</i>	9.5	0.07						
N11	<i>Quercus spp.</i>	6.8	0.03						
N11	<i>Pinus nigra</i>	23.0	0.39						
N11	<i>Quercus spp.</i>	4.9	0.01						
N11	<i>Quercus spp.</i>	6.1	0.02						
N11	<i>Pinus nigra</i>	33.5	0.82						
N11	<i>Quercus spp.</i>	14.0	0.15						
N11	<i>Quercus spp.</i>	5.8	0.01						
N11	<i>Pinus nigra</i>	20.5	0.31						
N11	<i>Pinus nigra</i>	27.8	0.56						
N11	<i>Quercus spp.</i>	5.3	0.01						
N11	<i>Quercus spp.</i>	4.8	0.01						
N11	<i>Quercus spp.</i>	4.3	0.01						
N11	<i>Quercus spp.</i>	5.7	0.01						
N11	<i>Quercus spp.</i>	5.9	0.02						
N11	<i>Quercus spp.</i>	12.3	0.12						
N11	<i>Quercus spp.</i>	14.0	0.15						
N11	<i>Quercus spp.</i>	17.3	0.23						
N11	<i>Quercus spp.</i>	17.9	0.25						
N11	<i>Quercus spp.</i>	8.0	0.04						
N11	<i>Quercus spp.</i>	10.5	0.08						
N11	<i>Quercus spp.</i>	3.9	0.01						
N11	<i>Quercus spp.</i>	12.3	0.12						
N11	<i>Quercus spp.</i>	15.5	0.19						
N11	<i>Quercus spp.</i>	11.0	0.09						
N11	<i>Quercus spp.</i>	6.3	0.02						
N11	<i>Quercus spp.</i>	8.8	0.05						
N11	<i>Quercus spp.</i>	10.3	0.08						
N11	<i>Pinus nigra</i>	24.3	0.43						

EK 2 (devam). Toprak altı ve toprak üstü biyokütle ve C hesabı.

Nokta	Ağaç (cins)	Göğüs çapı (cm)	Kabuklu hacim (m ³)	Meşecere tipi	Hektardaki kabuklu hacim (m ³ /ha)	Topraküstü biyokütle (ton dm/m ³)	Toprakaltı biyokütle (ton dm/m ³)	Topraküstü biyokütle karbonu (ton C/ha)	Toprakaltı biyokütle karbonu (ton C/ha)						
N11	<i>Quercus spp.</i>	9.0	0.06												
N11	<i>Pinus nigra</i>	31.0	0.70												
N11	<i>Quercus spp.</i>	13.5	0.14												
N11	<i>Pinus nigra</i>	28.5	0.59												
N11	<i>Quercus spp.</i>	13.0	0.13												
N11	<i>Pinus nigra</i>	26.3	0.50												
N11	<i>Quercus spp.</i>	11.5	0.10												
N11	<i>Quercus spp.</i>	7.5	0.04												
N11	<i>Quercus spp.</i>	6.6	0.02												
N11	<i>Quercus spp.</i>	9.0	0.06												
N11	<i>Quercus spp.</i>	4.9	0.01												
N11	<i>Quercus spp.</i>	6.2	0.02												
N11	<i>Quercus spp.</i>	9.1	0.06												
N11	<i>Pinus nigra</i>	28.8	0.60												
N11	<i>Quercus spp.</i>	7.3	0.03												
N11	<i>Quercus spp.</i>	13.9	0.15												
N11	<i>Quercus spp.</i>	17.0	0.23												
N11	<i>Quercus spp.</i>	4.2	0.01												
N11	<i>Pinus nigra</i>	14.3	0.16												
N11	<i>Quercus spp.</i>	11.8	0.11												
N11	<i>Quercus spp.</i>	13.5	0.14												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	26.6	2.10	Yapraklı	1263.47	1010.78	242.59	485.17	116.44						
N12	<i>Carpinus spp.</i>	18.5	0.92												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	59.9	13.00												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	28.8	2.50												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	24.7	1.78												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	23.0	1.51												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	35.8	4.08												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	21.8	1.33												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	20.5	1.17												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	25.6	1.92												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	43.5	6.34												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	25.3	1.87												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	22.0	1.37												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	32.0	3.18												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	20.5	1.16												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	29.3	2.60												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	19.8	1.07												
N12	<i>Carpinus spp.</i>	29.5	2.64												
N14	<i>Quercus spp.</i>	24.0	0.45							Yapraklı	930.76	744.61	178.71	357.41	85.78
N14	<i>Carpinus spp.</i>	25.8	1.95												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	13.0	0.42												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	8.5	0.16												
N14	<i>Quercus spp.</i>	34.0	0.88												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	23.0	1.51												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	11.5	0.32												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	18.5	0.93												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	15.5	0.62												
N14	<i>Quercus spp.</i>	38.5	1.13												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	21.5	1.30												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	25.5	1.91												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	14.0	0.50												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	24.0	1.66												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	15.0	0.58												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	29.5	2.65												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	21.0	1.23												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	24.0	1.66												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	28.5	2.45												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	23.0	1.51												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	13.5	0.46												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	17.0	0.77												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	15.5	0.62												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	27.0	2.17												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	14.0	0.50												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	18.5	0.93												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	22.0	1.37												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	23.5	1.59												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	13.0	0.42												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	7.0	0.10												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	18.0	0.87												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	15.0	0.58												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	27.0	2.17												
N14	<i>Carpinus spp.</i>	18.0	0.87												
N15	<i>Pinus maritima</i>	16.5	0.3	İbrelî Yapraklı	550.00 209.50	385.00 167.60	77.00 40.22	196.35 80.45	39.27 19.31						
N15	<i>Pinus maritima</i>	16.5	0.3												
N15	<i>Pinus maritima</i>	22.5	0.4												
N15	<i>Pinus maritima</i>	16.0	0.4												
N15	<i>Pinus maritima</i>	13.0	0.4												
N15	<i>Pinus maritima</i>	19.0	0.3												
N15	<i>Fagus spp.</i>	2.0	0.01												

EK 2 (devam). Toprak altı ve toprak üstü biyokütle ve C hesabı.

Nokta	Ağaç (cins)	Göğüs çapı (cm)	Kabuklu hacim (m ³)	Meşecere tipi	Hektardaki kabuklu hacim (m ³ /ha)	Topraküstü biyokütle (ton dm/m ³)	Toprakaltı biyokütle (ton dm/m ³)	Topraküstü biyokütle karbonu (ton C/ha)	Toprakaltı biyokütle karbonu (ton C/ha)
N15	<i>Pinus maritima</i>	20.3	0.4						
N15	<i>Pinus maritima</i>	17.0	0.3						
N15	<i>Pinus maritima</i>	16.0	0.4						
N15	<i>Pinus maritima</i>	24.0	0.5						
N15	<i>Pinus maritima</i>	15.5	0.4						
N15	<i>Carpinus spp.</i>	16.5	0.72						
N15	<i>Carpinus spp.</i>	16.0	0.67						
N15	<i>Pinus maritima</i>	22.5	0.4						
N15	<i>Pinus maritima</i>	19.0	0.3						
N15	<i>Pinus maritima</i>	17.5	0.3						
N15	<i>Pinus maritima</i>	25.5	0.6						
N15	<i>Pinus maritima</i>	30.5	1.0						
N15	<i>Pinus maritima</i>	20.0	0.4						
N15	<i>Pinus maritima</i>	27.5	0.7						
N15	<i>Carpinus spp.</i>	19.5	1.04						
N15	<i>Pinus maritima</i>	21.5	0.4						
N15	<i>Pinus maritima</i>	28.5	0.8						
N15	<i>Carpinus spp.</i>	16.0	0.67						
N15	<i>Carpinus spp.</i>	19.0	0.98						
N15	<i>Pinus maritima</i>	28.5	0.8						
N15	<i>Pinus maritima</i>	17.0	0.3						
N15	<i>Pinus maritima</i>	22.0	0.4						
N15	<i>Carpinus spp.</i>	10.0	0.23						
N15	<i>Carpinus spp.</i>	17.0	0.77						
N15	<i>Carpinus spp.</i>	20.5	1.17						
N15	<i>Pinus maritima</i>	28.0	0.7						
N15	<i>Pinus maritima</i>	19.5	0.4						
N15	<i>Carpinus spp.</i>	15.0	0.58						
N15	<i>Pinus maritima</i>	22.0	0.4						
N15	<i>Pinus maritima</i>	19.0	0.3						
N15	<i>Pinus maritima</i>	21.0	0.4						
N15	<i>Carpinus spp.</i>	13.5	0.46						
N15	<i>Pinus maritima</i>	21.0	0.4						
N15	<i>Pinus maritima</i>	21.0	0.4						
N15	<i>Pinus maritima</i>	24.5	0.5						
N15	<i>Pinus maritima</i>	22.0	0.4						
N15	<i>Pinus maritima</i>	23.0	0.4						
N15	<i>Carpinus spp.</i>	10.0	0.23						
N15	<i>Carpinus spp.</i>	10.0	0.23						
N15	<i>Pinus maritima</i>	19.0	0.3						
N15	<i>Pinus maritima</i>	32.0	1.1						
N15	<i>Pinus maritima</i>	18.0	0.3						
N15	<i>Pinus maritima</i>	16.0	0.4						
N15	<i>Pinus maritima</i>	17.0	0.3						
N15	<i>Pinus maritima</i>	23.5	0.5						
N15	<i>Pinus maritima</i>	17.5	0.3						
N15	<i>Pinus maritima</i>	20.5	0.4						
N15	<i>Carpinus spp.</i>	10.0	0.23						
N15	<i>Carpinus spp.</i>	10.5	0.26						
N15	<i>Pinus maritima</i>	26.5	0.6						
N15	<i>Quercus spp.</i>	10.0	0.07						
N15	<i>Pinus maritima</i>	20.0	0.4						
N15	<i>Pinus maritima</i>	18.5	0.3						
N15	<i>Pinus maritima</i>	20.5	0.4						
N15	<i>Carpinus spp.</i>	5.5	0.06						
N15	<i>Pinus maritima</i>	23.0	0.4						
N15	<i>Pinus maritima</i>	23.5	0.5						
N15	<i>Pinus maritima</i>	21.5	0.4						
N15	<i>Pinus maritima</i>	20.5	0.4						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	23	0.4						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	23	0.4						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	22.5	0.4						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	33	1.3						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	26	0.6						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	23.5	0.5						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	36.5	1.7						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	26.5	0.6						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	31.5	1.1						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	28	0.7						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	32	1.1	İbrelî	558.37	390.86	78.17	199.34	39.87
N16	<i>Pinus pinaster</i>	19.5	0.4						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	37.5	1.9						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	22	0.4						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	35.5	1.6						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	21.5	0.4						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	33	1.3						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	28.5	0.8						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	23.5	0.5						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	26.5	0.6						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	25	0.5						

EK 2 (devam). Toprak altı ve toprak üstü biyokütle ve C hesabı.

Nokta	Ağaç (cins)	Göğüs çapı (cm)	Kabuklu hacim (m ³)	Meşecere tipi	Hektardaki kabuklu hacim (m ³ /ha)	Topraküstü biyokütle (ton dm/m ³)	Toprakaltı biyokütle (ton dm/m ³)	Topraküstü biyokütle karbonu (ton C/ha)	Toprakaltı biyokütle karbonu (ton C/ha)
N16	<i>Pinus pinaster</i>	24	0.5	Yapraklı	342.02	273.61	65.67	131.33	31.52
N16	<i>Pinus pinaster</i>	34	1.4						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	29.5	0.9						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	26	0.6						
N16	<i>Pinus pinaster</i>	36.5	1.7						
N17	<i>Fagus spp.</i>	20.5	0.29						
N17	<i>Fagus spp.</i>	31	0.66						
N17	<i>Fagus spp.</i>	27.5	0.52						
N17	<i>Fagus spp.</i>	38	0.98						
N17	<i>Fagus spp.</i>	28	0.54						
N17	<i>Fagus spp.</i>	15	0.15						
N17	<i>Fagus spp.</i>	13	0.11						
N17	<i>Fagus spp.</i>	43.5	1.27						
N17	<i>Fagus spp.</i>	13.5	0.12						
N17	<i>Fagus spp.</i>	45.5	1.39						
N17	<i>Fagus spp.</i>	16	0.18						
N17	<i>Fagus spp.</i>	10	0.06						
N17	<i>Fagus spp.</i>	11	0.08						
N17	<i>Fagus spp.</i>	14.5	0.14						
N17	<i>Fagus spp.</i>	18	0.23						
N17	<i>Fagus spp.</i>	20	0.28						
N17	<i>Fagus spp.</i>	29	0.58						
N17	<i>Fagus spp.</i>	29.5	0.60						
N17	<i>Fagus spp.</i>	16	0.18						
N17	<i>Fagus spp.</i>	19	0.25						
N17	<i>Fagus spp.</i>	20	0.28						
N17	<i>Fagus spp.</i>	32.5	0.72						
N17	<i>Fagus spp.</i>	29.5	0.60						
N17	<i>Fagus spp.</i>	28.5	0.56						
N17	<i>Fagus spp.</i>	22.5	0.35						
N17	<i>Fagus spp.</i>	33	0.75						
N17	<i>Fagus spp.</i>	52	1.79						
N18	<i>Quercus spp.</i>	7	0.03	Yapraklı	2.56	7.69	1.85	3.69	0.89
N18	<i>Quercus spp.</i>	5.75	0.01						
N18	<i>Quercus spp.</i>	4.5	0.01						
N18	<i>Quercus spp.</i>	2.25	0.01						
N18	<i>Quercus spp.</i>	2	0.01						
N18	<i>Quercus spp.</i>	4.75	0.01						
N18	<i>Quercus spp.</i>	5.75	0.01						
N18	<i>Quercus spp.</i>	5	0.01						
N20	<i>Pinus pinea</i>	24	0.42	İbrelili Yapraklı	167.00 4.00	116.90 12.00	23.38 2.88	59.62 5.76	11.92 1.38
N20	<i>Pinus pinea</i>	26	0.49						
N20	<i>Pinus pinea</i>	25.5	0.47						
N20	<i>Pinus pinea</i>	28.75	0.60						
N20	<i>Pinus pinea</i>	25.75	0.48						
N20	<i>Quercus spp.</i>	4	0.01						
N20	<i>Quercus spp.</i>	4.5	0.01						
N20	<i>Quercus spp.</i>	6.75	0.03						
N20	<i>Quercus spp.</i>	2	0.01						
N20	<i>Quercus spp.</i>	3.5	0.01						
N20	<i>Quercus spp.</i>	2.7	0.01						
N20	<i>Quercus spp.</i>	3.2	0.01						
N20	<i>Türü belli değil</i>	7	0.03						
N20	<i>Türü belli değil</i>	6.5	0.02						
N20	<i>Pinus pinea</i>	25.5	0.47						
N20	<i>Türü belli değil</i>	2.5	0.01						
N20	<i>Pinus pinea</i>	25.5	0.47						
N20	<i>Pinus pinea</i>	26	0.49						
N20	<i>Pinus pinea</i>	25.25	0.46						
N20	<i>Pinus pinea</i>	11.5	0.11						
N20	<i>Crataegus spp.</i>	1.7	0.01						
N20	<i>Pinus pinea</i>	17.5	0.23						
N20	<i>Pinus pinea</i>	25.5	0.47						
N20	<i>Pinus pinea</i>	22.75	0.38						
N20	<i>Pinus pinea</i>	23.25	0.39						
N20	<i>Pinus pinea</i>	22.6	0.37						
N20	<i>Pinus pinea</i>	22	0.35						
N25	<i>Quercus spp.</i>	50.5	1.91	Yapraklı	209.57	167.65	40.24	80.47	19.31
N25	<i>Quercus spp.</i>	23.5	0.43						
N25	<i>Quercus spp.</i>	31	0.74						
N25	<i>Quercus spp.</i>	26.25	0.53						
N25	<i>Quercus spp.</i>	44.25	1.48						
N25	<i>Quercus spp.</i>	43.5	1.43						
N25	<i>Quercus spp.</i>	40	1.21						
N25	<i>Quercus spp.</i>	29	0.65						
N38	<i>Pinus pinea</i>	23	0.39	İbrelili	122.59	91.94	18.39	46.89	9.38
N38	<i>Pinus pinea</i>	26	0.49						
N38	<i>Pinus pinea</i>	30	0.65						
N38	<i>Pinus pinea</i>	30	0.65						
N38	<i>Pinus pinea</i>	28	0.57						

EK 2 (devam). Toprak altı ve toprak üstü biyokütle ve C hesabı.

Nokta	Ağaç (cins)	Göğüs çapı (cm)	Kabuklu hacim (m ³)	Meşecere tipi	Hektardaki kabuklu hacim (m ³ /ha)	Topraküstü biyokütle (ton dm/m ³)	Toprakaltı biyokütle (ton dm/m ³)	Topraküstü biyokütle karbonu (ton C/ha)	Toprakaltı biyokütle karbonu (ton C/ha)
N38	<i>Pinus pinea</i>	28	0.57						
N38	<i>Pinus pinea</i>	22	0.35						
N38	<i>Pinus pinea</i>	29	0.61						
N38	<i>Pinus pinea</i>	29	0.61						
N40	<i>Quercus spp.</i>	27	0.56						
N40	<i>Carpinus spp.</i>	34	3.64						
N40	<i>Quercus spp.</i>	20	0.31						
N40	<i>Quercus spp.</i>	17.5	0.24						
N40	<i>Quercus spp.</i>	7	0.03						
N40	<i>Quercus spp.</i>	18.5	0.27						
N40	<i>Quercus spp.</i>	40	1.21						
N40	<i>Quercus spp.</i>	16	0.20						
N40	<i>Quercus spp.</i>	35	0.94						
N40	<i>Quercus spp.</i>	36	0.99						
N40	<i>Quercus spp.</i>	36	0.99						
N40	<i>Quercus spp.</i>	30	0.69						
N40	<i>Quercus spp.</i>	24	0.45						
N40	<i>Quercus spp.</i>	44	1.46						
N40	<i>Quercus spp.</i>	20	0.31						
N40	<i>Quercus spp.</i>	16	0.20						
N40	<i>Quercus spp.</i>	26	0.52						
N40	<i>Quercus spp.</i>	3	0.01						
N40	<i>Carpinus spp.</i>	21	1.23	Yapraklı	530.06	424.05	101.77	203.54	48.85
N40	<i>Quercus spp.</i>	14	0.15						
N40	<i>Quercus spp.</i>	29	0.65						
N40	<i>Quercus spp.</i>	20	0.31						
N40	<i>Quercus spp.</i>	3	0.01						
N40	<i>Quercus spp.</i>	19	0.28						
N40	<i>Quercus spp.</i>	15	0.18						
N40	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07						
N40	<i>Quercus spp.</i>	27	0.56						
N40	<i>Quercus spp.</i>	23	0.41						
N40	<i>Quercus spp.</i>	31	0.74						
N40	<i>Quercus spp.</i>	25	0.49						
N40	<i>Quercus spp.</i>	24	0.45						
N40	<i>Quercus spp.</i>	16	0.20						
N40	<i>Quercus spp.</i>	22	0.38						
N40	<i>Quercus spp.</i>	26	0.52						
N40	<i>Quercus spp.</i>	23	0.41						
N40	<i>Carpinus spp.</i>	20	1.10						
N41	<i>Quercus spp.</i>	41	1.27						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	19	0.98						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	36	4.14						
N41	<i>Quercus spp.</i>	32	0.79						
N41	<i>Quercus spp.</i>	47	1.66						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	30	2.75						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	26	1.99						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	24	1.66						
N41	<i>Quercus spp.</i>	38	1.10						
N41	<i>Quercus spp.</i>	37	1.04						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	20	1.10						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	17	0.77						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	22	1.37						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	27	2.17	Yapraklı	1178.86	943.08	226.34	452.68	108.64
N41	<i>Carpinus spp.</i>	19	0.98						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	16	0.67						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	39	4.96						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	36	4.14						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	16	0.67						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	20	1.10						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	30	2.75						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	23	1.51						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	27	2.17						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	27	2.17						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	16	0.67						
N41	<i>Quercus spp.</i>	22	0.38						
N41	<i>Carpinus spp.</i>	27	2.17						
N42	<i>Quercus spp.</i>	34	0.88						
N42	<i>Quercus spp.</i>	23	0.41						
N42	<i>Quercus spp.</i>	36	0.99						
N42	<i>Quercus spp.</i>	24	0.45						
N42	<i>Quercus spp.</i>	25	0.49						
N42	<i>Quercus spp.</i>	26	0.52	Yapraklı	731.27	585.02	140.40	280.81	67.39
N42	<i>Quercus spp.</i>	31	0.74						
N42	<i>Quercus spp.</i>	25	0.49						
N42	<i>Quercus spp.</i>	32	0.79						
N42	<i>Quercus spp.</i>	17	0.23						
N42	<i>Quercus spp.</i>	24	0.45						
N42	<i>Quercus spp.</i>	34	0.88						
N42	<i>Quercus spp.</i>	26	0.52						

EK 2 (devam). Toprak altı ve toprak üstü biyokütle ve C hesabı.

Nokta	Ağaç (cins)	Göğüs çapı (cm)	Kabuklu hacim (m ³)	Meşecere tipi	Hektardaki kabuklu hacim (m ³ /ha)	Topraküstü biyokütle (ton dm/m ³)	Toprakaltı biyokütle (ton dm/m ³)	Topraküstü biyokütle karbonu (ton C/ha)	Toprakaltı biyokütle karbonu (ton C/ha)						
N42	<i>Quercus spp.</i>	21	0.35												
N42	<i>Quercus spp.</i>	21	0.35												
N42	<i>Quercus spp.</i>	28	0.61												
N42	<i>Quercus spp.</i>	25	0.49												
N42	<i>Quercus spp.</i>	25	0.49												
N42	<i>Quercus spp.</i>	20	0.31												
N42	<i>Quercus spp.</i>	23	0.41												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	20	1.10												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	11	0.29												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	19	0.98												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	11	0.29												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	16	0.67												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	19	0.98												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	22	1.37												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	30	2.75												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	17	0.77												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	23	1.51												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	19	0.98												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	19	0.98												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	25	1.82												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	12	0.35												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	12	0.35												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	16	0.67												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	15	0.58												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	16	0.67												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	13	0.42												
N42	<i>Carpinus spp.</i>	18	0.87												
N43	<i>Quercus spp.</i>	23	0.41							Yapraklı	1333.89	1067.11	256.11	512.21	122.93
N43	<i>Quercus spp.</i>	33	0.83												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	36	4.14												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	22	1.37												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	20	1.10												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	23	1.51												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	38	4.68												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	21	1.23												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	12	0.35												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	41	5.55												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	29	2.55												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	36	4.14												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	22	1.37												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	25	1.82												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	34	3.64												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	17	0.77												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	24	1.66												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	12	0.35												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	28	2.35												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	32	3.18												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	26	1.99												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	32	3.18												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	20	1.10												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	24	1.66												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	5	0.05												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	17	0.77												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	4	0.03												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	16	0.67												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	15	0.58												
N43	<i>Carpinus spp.</i>	11	0.29												
N44	<i>Quercus spp.</i>	21	0.35	Yapraklı	288.60	230.88	55.41	110.82	26.60						
N44	<i>Fagus spp.</i>	29	0.58												
N44	<i>Fagus spp.</i>	12	0.09												
N44	<i>Fagus spp.</i>	41	1.13												
N44	<i>Fagus spp.</i>	38	0.98												
N44	<i>Fagus spp.</i>	12	0.09												
N44	<i>Fagus spp.</i>	24	0.40												
N44	<i>Fagus spp.</i>	8	0.03												
N44	<i>Fagus spp.</i>	31	0.66												
N44	<i>Fagus spp.</i>	12	0.09												
N44	<i>Fagus spp.</i>	50	1.66												
N44	<i>Fagus spp.</i>	9	0.04												
N44	<i>Fagus spp.</i>	25	0.44												
N44	<i>Fagus spp.</i>	19	0.25												
N44	<i>Fagus spp.</i>	20	0.28												
N44	<i>Fagus spp.</i>	24	0.40												
N44	<i>Fagus spp.</i>	2	0.01												
N44	<i>Fagus spp.</i>	22	0.34												
N44	<i>Fagus spp.</i>	24	0.40												
N44	<i>Fagus spp.</i>	15	0.15												
N44	<i>Fagus spp.</i>	19	0.25												
N44	<i>Fagus spp.</i>	24	0.40												
N44	<i>Fagus spp.</i>	21	0.31												

EK 2 (devam). Toprak altı ve toprak üstü biyokütle ve C hesabı.

Nokta	Ağaç (cins)	Göğüs çapı (cm)	Kabuklu hacim (m ³)	Meşecere tipi	Hektardaki kabuklu hacim (m ³ /ha)	Topraküstü biyokütle (ton dm/m ³)	Toprakaltı biyokütle (ton dm/m ³)	Topraküstü biyokütle karbonu (ton C/ha)	Toprakaltı biyokütle karbonu (ton C/ha)
N44	<i>Fagus spp.</i>	27	0.51						
N44	<i>Fagus spp.</i>	40	1.08						
N44	<i>Fagus spp.</i>	26	0.47						
N44	<i>Fagus spp.</i>	14	0.13						
N45	<i>Quercus spp.</i>	33	0.83						
N45	<i>Quercus spp.</i>	40	1.21						
N45	<i>Quercus spp.</i>	35.5	0.96						
N45	<i>Quercus spp.</i>	31.5	0.76						
N45	<i>Quercus spp.</i>	30	0.69						
N45	<i>Quercus spp.</i>	31.5	0.76						
N45	<i>Quercus spp.</i>	34.2	0.89						
N45	<i>Quercus spp.</i>	23	0.41						
N45	<i>Quercus spp.</i>	26.5	0.54						
N45	<i>Quercus spp.</i>	29.5	0.67						
N45	<i>Quercus spp.</i>	29.5	0.67						
N45	<i>Quercus spp.</i>	27.5	0.59						
N45	<i>Quercus spp.</i>	23.5	0.43						
N45	<i>Quercus spp.</i>	27	0.56						
N45	<i>Quercus spp.</i>	40.7	1.26						
N45	<i>Quercus spp.</i>	32.7	0.82						
N45	<i>Quercus spp.</i>	35.3	0.95						
N45	<i>Quercus spp.</i>	37	1.04						
N45	<i>Quercus spp.</i>	22.7	0.40						
N45	<i>Quercus spp.</i>	22.7	0.40						
N45	<i>Quercus spp.</i>	23	0.41						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	10.2	0.24						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	16.5	0.72						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	4.5	0.04						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	3.5	0.02						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	13.2	0.43						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	10	0.23						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	15	0.58						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	3.5	0.02						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	11	0.29						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	1.5	0.01						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	13.5	0.46	Yapraklı	694.86	555.88	133.41	266.82	64.04
N45	<i>Carpinus spp.</i>	13	0.42						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	15.5	0.62						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	19	0.98						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	6	0.07						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	12.5	0.38						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	13	0.42						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	9	0.18						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	10.7	0.27						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	13.7	0.47						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	11.2	0.30						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	8	0.14						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	17.8	0.85						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	18.5	0.93						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	9.5	0.21						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	12.5	0.38						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	9.7	0.22						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	9.2	0.19						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	2.7	0.01						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	7.5	0.12						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	6	0.07						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	5.2	0.05						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	5.6	0.06						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	5	0.05						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	14	0.50						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	6	0.07						
N45	<i>Carpinus spp.</i>	18	0.87						
N45	<i>Fagus spp.</i>	3.2	0.01						
N45	<i>Fraxinus spp.</i>	14	0.50						
N45	<i>Fraxinus spp.</i>	4.5	0.04						
N45	<i>Carpinus spp. (dikili kuru)</i>	5.5	0.06						
N46	<i>Quercus spp.</i>	42.5	1.37						
N46	<i>Quercus spp.</i>	32.5	0.81						
N46	<i>Quercus spp.</i>	58.7	2.56						
N46	<i>Quercus spp.</i>	42.7	1.38						
N46	<i>Quercus spp.</i>	32.7	0.82						
N46	<i>Quercus spp. (çok gövdeli)</i>	34	0.88						
N46	<i>Quercus spp. (çok gövdeli)</i>	38.5	1.13						
N46	<i>Quercus spp. (çok gövdeli)</i>	35.7	0.97						
N46	<i>Carpinus spp.</i>	4.7	0.04	Yapraklı	419.59	335.67	80.56	161.12	38.67
N46	<i>Carpinus spp.</i>	2.5	0.01						
N46	<i>Carpinus spp.</i>	2.7	0.01						
N46	<i>Carpinus spp.</i>	5	0.05						
N46	<i>Carpinus spp.</i>	3.4	0.02						
N46	<i>Carpinus spp.</i>	2	0.01						

EK 2 (devam). Toprak altı ve toprak üstü biyokütle ve C hesabı.

Nokta	Ağaç (cins)	Göğüs çapı (cm)	Kabuklu hacim (m ³)	Meşecere tipi	Hektardaki kabuklu hacim (m ³ /ha)	Topraküstü biyokütle (ton dm/m ³)	Toprakaltı biyokütle (ton dm/m ³)	Topraküstü biyokütle karbonu (ton C/ha)	Toprakaltı biyokütle karbonu (ton C/ha)						
N46	<i>Carpinus spp.</i>	23.7	1.62												
N46	<i>Carpinus spp.</i>	11	0.29												
N46	<i>Carpinus spp.</i>	22.7	1.47												
N46	<i>Carpinus spp.</i> (çok gövdeli)	4	0.03												
N46		6.5	0.09												
N46	<i>Carpinus spp.</i> (çok gövdeli)	1.5	0.01												
N46		6.7	0.09												
N46	<i>Carpinus spp.</i>	6.5	0.09												
N46	<i>Carpinus spp.</i>	21.5	1.30												
N46	<i>Carpinus spp.</i> (çift gövdeli)	7	0.10												
N46	<i>Carpinus spp.</i> (çift gövdeli)	2	0.01												
N46	<i>Carpinus spp.</i> (çift gövdeli)	1.5	0.01												
N46	<i>Carpinus spp.</i> (çift gövdeli)	5.5	0.06												
N46	<i>Carpinus spp.</i> (çift gövdeli)	5.5	0.06												
N46	<i>Carpinus spp.</i>	3.7	0.02												
N46	<i>Carpinus spp.</i>	2.5	0.01												
N46	<i>Carpinus spp.</i>	4.7	0.04												
N46	<i>Carpinus spp.</i> (çok gövdeli)	14.5	0.54												
N46		4.7	0.04												
N46		4.5	0.04												
N46		1.5	0.01												
N46	<i>Carpinus spp.</i>	6.8	0.10												
N46	<i>Carpinus spp.</i>	4.2	0.03												
N46	<i>Carpinus spp.</i>	2.7	0.01												
N46	<i>Carpinus spp.</i>	2.2	0.01												
N46	<i>Carpinus spp.</i>	3.7	0.02												
N46	<i>Carpinus spp.</i>	4	0.03												
N46	<i>Carpinus spp.</i>	15	0.58												
N46	<i>Carpinus spp.</i>	1.7	0.01												
N47	<i>Fagus spp.</i>	31	0.66							Yapraklı	238.10	190.48	45.71	91.43	21.94
N47	<i>Fagus spp.</i>	46	1.42												
N47	<i>Fagus spp.</i>	30.5	0.64												
N47	<i>Fagus spp.</i>	13.5	0.12												
N47	<i>Fagus spp.</i>	21.5	0.32												
N47	<i>Fagus spp.</i>	21	0.31												
N47	<i>Fagus spp.</i>	18.5	0.24												
N47	<i>Fagus spp.</i>	23.5	0.39												
N47	<i>Fagus spp.</i>	32	0.70												
N47	<i>Fagus spp.</i>	38	0.98												
N47	<i>Fagus spp.</i>	11	0.08												
N47	<i>Fagus spp.</i>	10.5	0.07												
N47	<i>Fagus spp.</i>	26	0.47												
N47	<i>Fagus spp.</i>	26.5	0.49												
N47	<i>Fagus spp.</i>	22	0.34												
N47	<i>Fagus spp.</i>	34	0.79												
N47	<i>Fagus spp.</i>	22	0.34												
N47	<i>Fagus spp.</i>	21.5	0.32												
N47	<i>Fagus spp.</i>	20.5	0.29												
N47	<i>Fagus spp.</i>	20	0.28												
N47	<i>Fagus spp.</i>	17.5	0.21												
N47	<i>Fagus spp.</i>	10.5	0.07												
N48	<i>Quercus spp.</i>	28.5	0.63	Yapraklı	365.07	292.06	70.09	140.19	33.65						
N48	<i>Quercus spp.</i>	42.5	1.37												
N48	<i>Quercus spp.</i>	20	0.31												
N48	<i>Quercus spp.</i>	36.5	1.02												
N48	<i>Quercus spp.</i>	25	0.49												
N48	<i>Quercus spp.</i>	32	0.79												
N48	<i>Quercus spp.</i>	30.5	0.72												
N48	<i>Quercus spp.</i>	29	0.65												
N48	<i>Quercus spp.</i>	22.5	0.40												
N48	<i>Quercus spp.</i>	25.5	0.51												
N48	<i>Quercus spp.</i>	26.5	0.54												
N48	<i>Quercus spp.</i>	18.5	0.27												
N48	<i>Quercus spp.</i>	18	0.25												
N48	<i>Quercus spp.</i>	19	0.28												
N48	<i>Quercus spp.</i>	22.5	0.40												
N48	<i>Quercus spp.</i>	26	0.52												
N48	<i>Quercus spp.</i>	26.5	0.54												
N48	<i>Quercus spp.</i>	37	1.04												
N48	<i>Quercus spp.</i>	28.5	0.63												
N48	<i>Quercus spp.</i>	30	0.69												
N48	<i>Quercus spp.</i>	22.7	0.40												
N48	<i>Fagus spp.</i>	18.5	0.24												
N48	<i>Fagus spp.</i>	16	0.18												
N48	<i>Fagus spp.</i>	10	0.06												
N48	<i>Fagus spp.</i>	24	0.40												
N48	<i>Fagus spp.</i>	22.5	0.35												
N48	<i>Fagus spp.</i>	19.5	0.27												
N48	<i>Fagus spp.</i>	13.7	0.13												
N48	<i>Fagus spp.</i>	14	0.13												

EK 2 (devam). Toprak altı ve toprak üstü biyokütle ve C hesabı.

Nokta	Ağaç (cins)	Göğüs çapı (cm)	Kabuklu hacim (m ³)	Meşecere tipi	Hektardaki kabuklu hacim (m ³ /ha)	Topraküstü biyokütle (ton dm ³ /m ³)	Toprakaltı biyokütle (ton dm ³ /m ³)	Topraküstü biyokütle karbonu (ton C/ha)	Toprakaltı biyokütle karbonu (ton C/ha)
N48	<i>Fagus spp.</i>	20.5	0.29	Yapraklı	665.23	532.19	127.72	255.45	61.31
N48	<i>Fagus spp.</i>	13	0.11						
N49	<i>Quercus spp.</i>	27	0.56						
N49	<i>Quercus spp.</i>	24	0.45						
N49	<i>Quercus spp.</i>	26.5	0.54						
N49	<i>Quercus spp.</i>	41.5	1.30						
N49	<i>Quercus spp.</i>	33.5	0.86						
N49	<i>Quercus spp.</i>	40.5	1.24						
N49	<i>Quercus spp.</i>	21	0.35						
N49	<i>Quercus spp.</i>	26.7	0.55						
N49	<i>Carpinus spp.</i>	20.5	1.17						
N49	<i>Carpinus spp.</i>	20.5	1.17						
N49	<i>Carpinus spp.</i>	15.5	0.62						
N49	<i>Carpinus spp.</i>	28.5	2.45						
N49	<i>Carpinus spp.</i>	14	0.50						
N49	<i>Carpinus spp.</i>	17	0.77						
N49	<i>Carpinus spp.</i>	24.5	1.74						
N49	<i>Carpinus spp.</i>	30.5	2.85						
N49	<i>Carpinus spp.</i>	23.5	1.59						
N49	<i>Carpinus spp.</i>	16	0.67						
N49	<i>Carpinus spp.</i>	18.5	0.93						
N49	<i>Carpinus spp.</i>	15.7	0.64						
N49	<i>Carpinus spp.</i>	23	1.51						
N49	<i>Carpinus spp.</i>	36	4.14						
N50	<i>Fagus spp.</i>	27.5	0.52	Yapraklı	334.57	267.65	64.24	128.47	30.83
N50	<i>Fagus spp.</i>	22	0.34						
N50	<i>Fagus spp.</i>	39.5	1.06						
N50	<i>Fagus spp.</i>	32	0.70						
N50	<i>Fagus spp.</i>	19	0.25						
N50	<i>Fagus spp.</i>	17.5	0.21						
N50	<i>Fagus spp.</i>	11.5	0.08						
N50	<i>Fagus spp.</i>	17.2	0.21						
N50	<i>Fagus spp.</i>	20.2	0.29						
N50	<i>Fagus spp.</i>	30	0.62						
N50	<i>Fagus spp.</i>	10	0.06						
N50	<i>Fagus spp.</i>	31	0.66						
N50	<i>Fagus spp.</i>	7.5	0.02						
N50	<i>Fagus spp.</i>	19.7	0.27						
N50	<i>Fagus spp.</i>	36.5	0.91						
N50	<i>Fagus spp.</i>	5.5	0.01						
N50	<i>Fagus spp.</i>	7.75	0.03						
N50	<i>Fagus spp.</i>	28.7	0.57						
N50	<i>Fagus spp.</i>	30	0.62						
N50	<i>Carpinus spp.</i>	10	0.23						
N50	<i>Carpinus spp.</i>	32.5	3.29						
N50	<i>Quercus spp.</i>	37.2	1.05						
N50	<i>Quercus spp.</i>	42.5	1.37						
N50	<i>Quercus spp.</i>	4	0.01						
N51	<i>Carpinus spp.</i>	5.5	0.06	Yapraklı	358.73	286.99	68.88	137.75	33.06
N51	<i>Carpinus spp.</i>	23	1.51						
N51	<i>Carpinus spp.</i>	34	3.64						
N51	<i>Carpinus spp.</i>	16	0.67						
N51	<i>Carpinus spp.</i>	15	0.58						
N51	<i>Carpinus spp.</i>	12	0.35						
N51	<i>Carpinus spp.</i>	6	0.07						
N51	<i>Carpinus spp.</i>	3	0.02						
N51	<i>Carpinus spp.</i>	6	0.07						
N51	<i>Carpinus spp.</i>	3	0.02						
N51	<i>Carpinus spp.</i>	4	0.03						
N51	<i>Carpinus spp.</i>	6	0.07						
N51	<i>Carpinus spp.</i>	9	0.18						
N51	<i>Carpinus spp.</i>	7	0.10						
N51	<i>Carpinus spp.</i>	3	0.02						
N51	<i>Quercus spp.</i>	26	0.52						
N51	<i>Quercus spp.</i>	36	0.99						
N51	<i>Quercus spp.</i>	33	0.83						
N51	<i>Quercus spp.</i>	23	0.41						
N51	<i>Quercus spp.</i>	25	0.49						
N51	<i>Quercus spp.</i>	21	0.35						
N51	<i>Quercus spp.</i>	24	0.45						
N51	<i>Quercus spp.</i>	34	0.88						
N51	<i>Quercus spp.</i>	21	0.35						
N51	<i>Dikili kuru</i>	9	0.06						
N51	<i>Quercus spp.</i>	38	1.10						
N51	<i>Quercus spp.</i>	26	0.52						
N52	<i>Quercus spp.</i>	29	0.65	Yapraklı	309.15	247.32	59.36	118.71	28.49
N52	<i>Quercus spp.</i>	48	1.73						
N52	<i>Fagus spp.</i>	22	0.34						
N52	<i>Fagus spp.</i>	40	1.08						
N52	<i>Fagus spp.</i>	24	0.40						

EK 2 (devam). Toprak altı ve toprak üstü biyokütle ve C hesabı.

Nokta	Ağaç (cins)	Göğüs çapı (cm)	Kabuklu hacim (m ³)	Meşecere tipi	Hektardaki kabuklu hacim (m ³ /ha)	Topraküstü biyokütle (ton dm/m ³)	Toprakaltı biyokütle (ton dm/m ³)	Topraküstü biyokütle karbonu (ton C/ha)	Toprakaltı biyokütle karbonu (ton C/ha)						
N52	<i>Fagus spp.</i>	23	0.37												
N52	<i>Fagus spp.</i>	20	0.28												
N52	<i>Fagus spp.</i>	45	1.36												
N52	<i>Fagus spp.</i>	44	1.30												
N52	<i>Fagus spp.</i>	28	0.54												
N52	<i>Fagus spp.</i>	17	0.20												
N52	<i>Fagus spp.</i>	23	0.37												
N52	<i>Fagus spp.</i>	45	1.36												
N52	<i>Fagus spp.</i>	52	1.79												
N52	<i>Fagus spp.</i>	23	0.37												
N52	<i>Fagus spp.</i>	18	0.23												
N53	<i>Quercus spp.</i>	30	0.69							Yapraklı	310.66	248.53	59.65	119.29	28.63
N53	<i>Quercus spp.</i>	43	1.40												
N53	<i>Quercus spp.</i>	23	0.41												
N53	<i>Quercus spp.</i>	42	1.33												
N53	<i>Quercus spp.</i>	35	0.94												
N53	<i>Quercus spp.</i>	33	0.83												
N53	<i>Quercus spp.</i>	27	0.56												
N53	<i>Quercus spp.</i>	25	0.49												
N53	<i>Quercus spp.</i>	29	0.65												
N53	<i>Quercus spp.</i>	42	1.33												
N53	<i>Quercus spp.</i>	28	0.61												
N53	<i>Quercus spp.</i>	48	1.73												
N53	<i>Fagus spp.</i>	2	0.01												
N53	<i>Fagus spp.</i>	6	0.01												
N53	<i>Fagus spp.</i>	6	0.01												
N53	<i>Fagus spp.</i>	2	0.01												
N53	<i>Fagus spp.</i>	10	0.06												
N53	<i>Fagus spp.</i>	2	0.01												
N53	<i>Fagus spp.</i>	10	0.06												
N53	<i>Fagus spp.</i>	10	0.06												
N53	<i>Fagus spp.</i>	12	0.09												
N53	<i>Fagus spp.</i>	15	0.15												
N53	<i>Fagus spp.</i>	11	0.08												
N53	<i>Fagus spp.</i>	7	0.02												
N53	<i>Fagus spp.</i>	2	0.01												
N53	<i>Fagus spp.</i>	2	0.01												
N53	<i>Fagus spp.</i>	14	0.13												
N53	<i>Fagus spp.</i>	2	0.01												
N53	<i>Fagus spp.</i>	13	0.11												
N53	<i>Dikili kuru</i>	13	0.11												
N53	<i>Dikili kuru</i>	12	0.09												
N53	<i>Dikili kuru</i>	24	0.40												
N55	<i>Quercus spp.</i>	8	0.04	Yapraklı	225.91	180.73	43.37	86.75	20.82						
N55	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06												
N55	<i>Quercus spp.</i>	17	0.23												
N55	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07												
N55	<i>Quercus spp.</i>	13	0.13												
N55	<i>Quercus spp.</i>	19	0.28												
N55	<i>Quercus spp.</i>	11	0.09												
N55	<i>Quercus spp.</i>	18	0.25												
N55	<i>Quercus spp.</i>	12	0.11												
N55	<i>Quercus spp.</i>	6	0.02												
N55	<i>Quercus spp.</i>	14	0.15												
N55	<i>Quercus spp.</i>	19	0.28												
N55	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06												
N55	<i>Quercus spp.</i>	15	0.18												
N55	<i>Quercus spp.</i>	14	0.15												
N55	<i>Quercus spp.</i>	16	0.20												
N55	<i>Quercus spp.</i>	17	0.23												
N55	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07												
N55	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07												
N55	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06												
N55	<i>Quercus spp.</i>	15	0.18												
N55	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06												
N55	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07												
N55	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06												
N55	<i>Quercus spp.</i>	16	0.20												
N55	<i>Quercus spp.</i>	13	0.13												
N55	<i>Quercus spp.</i>	11	0.09												
N55	<i>Quercus spp.</i>	17	0.23												
N55	<i>Quercus spp.</i>	15	0.18												
N55	<i>Quercus spp.</i>	14	0.15												
N55	<i>Quercus spp.</i>	15	0.18												
N55	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07												
N55	<i>Quercus spp.</i>	12	0.11												
N55	<i>Quercus spp.</i>	17	0.23												
N55	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06												
N55	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07												

EK 2 (devam). Toprak altı ve toprak üstü biyokütle ve C hesabı.

Nokta	Ağaç (cins)	Göğüs çapı (cm)	Kabuklu hacim (m ³)	Meşecere tipi	Hektardaki kabuklu hacim (m ³ /ha)	Topraküstü biyokütle (ton dm/m ³)	Toprakaltı biyokütle (ton dm/m ³)	Topraküstü biyokütle karbonu (ton C/ha)	Toprakaltı biyokütle karbonu (ton C/ha)
N55	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06						
N55	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06						
N55	<i>Quercus spp.</i>	14	0.15						
N55	<i>Quercus spp.</i>	12	0.11						
N55	<i>Quercus spp.</i>	20	0.31						
N55	<i>Quercus spp.</i>	17	0.23						
N55	<i>Quercus spp.</i>	8	0.04						
N55	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07						
N55	<i>Quercus spp.</i>	16	0.20						
N55	<i>Quercus spp.</i>	15	0.18						
N55	<i>Quercus spp.</i>	11	0.09						
N55	<i>Quercus spp.</i>	14	0.15						
N55	<i>Quercus spp.</i>	15	0.18						
N55	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06						
N55	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06						
N55	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06						
N55	<i>Quercus spp.</i>	13	0.13						
N55	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07						
N55	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07						
N55	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06						
N55	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07						
N55	<i>Quercus spp.</i>	6	0.02						
N55	<i>Quercus spp.</i>	11	0.09						
N55	<i>Quercus spp.</i>	12	0.11						
N55	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06						
N55	<i>Quercus spp.</i>	7	0.03						
N55	<i>Quercus spp.</i>	16	0.20						
N55	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07						
N55	<i>Quercus spp.</i>	21	0.35						
N55	<i>Quercus spp.</i>	10	0.07						
N55	<i>Quercus spp.</i>	14	0.15						
N55	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06						
N55	<i>Quercus spp.</i>	9	0.06						
N55	<i>Quercus spp.</i>	15	0.18						
N55	<i>Quercus spp.</i>	11	0.09						
N55	<i>Quercus spp.</i>	11	0.09						
N55	<i>Quercus spp.</i>	13	0.13						

EK 3. Toprak tekstür özellikleri ve C hesabı.

Alan açıklaması	Tekstür	Örnek no	Kuru ağırlık (gr)	Silindir hacmi	Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	Organik madde (%)	Organik madde (ton/ha)	C hesabı (ton C/ha)
Orman içi rekreasyon Meşe-Gürgeç meşçeresi	Kumlu Balçık	N1_Kuzey	506.44	326.56	1.55	3.29	153.10	126.52
	Kumlu Balçık	N1_Güney	452.81	326.56	1.39	3.04	126.36	
	Toz Balçığı	N1_Doğu	530.14	326.56	1.62	8.99	437.65	
	Balçıklı Kum	N1_Batı	500.11	326.56	1.53	7.34	337.26	
		ORTALAMA	-	-	1.52	5.66	263.59	
Yol kenarından 50 m. üst yamaç Meşe-Gürgeç meşçeresi	Kumlu Balçık	N2_Kuzey	358.87	326.56	1.10	6.58	216.98	79.72
	Kumlu Balçık	N2_Güney	498.16	588.75	0.85	4.43	112.45	
	Kumlu Balçık	N2_Doğu	419.40	326.56	1.28	5.82	224.32	
	Kumlu Balçık	N2_Batı	463.49	588.75	0.79	4.68	110.60	
		ORTALAMA	-	-	1.00	5.38	166.08	
Çok yoğun diri örtü Degrede Karaçam ağırlıklı meşçere	Kumlu Balçık	N3_Kuzey	327.35	326.56	1.00	5.14	154.53	125.83
	Kumlu Balçık	N3_Güney	368.07	326.56	1.13	9.11	308.13	
	Kumlu Balçık	N3_Doğu	460.61	326.56	1.41	4.43	187.45	
	Kumlu Balçık	N3_Batı	474.87	326.56	1.45	7.72	336.81	
		ORTALAMA	-	-	1.25	6.60	246.73	
Degrede mera	Toz Balçığı	N4_Kuzey	484.27	326.56	1.48	4.81	213.97	61.66
	Kumlu Balçık	N4_Güney	472.27	326.56	1.45	3.54	153.75	
	Toz Balçığı	N4_Doğu	528.96	326.56	1.62	1.14	55.35	
	Kumlu Balçık	N4_Batı	548.65	326.56	1.68	1.39	70.17	
		ORTALAMA	-	-	1.56	2.72	123.31	
Mera	Toz Balçığı	N5_Kuzey	454.55	326.56	1.39	6.96	290.68	141.26
	Toz Balçığı	N5_Güney	512.91	326.56	1.57	8.10	381.68	
	Kumlu Balçık	N5_Doğu	412.86	326.56	1.26	4.18	158.41	
	Toz Balçığı	N5_Batı	504.77	326.56	1.55	6.45	299.32	
		ORTALAMA	-	-	1.44	6.42	282.52	
Hafif degrede mera	Kumlu Balçık	N6_Kuzey	330.91	326.56	1.01	8.10	246.24	147.85
	Toz Balçığı	N6_Güney	551.38	326.56	1.69	9.62	487.24	
	Kumlu Balçık	N6_Doğu	406.58	326.56	1.25	2.53	94.55	
	Kumlu Balçık	N6_Batı	448.67	326.56	1.37	8.61	354.74	
		ORTALAMA	-	-	1.33	7.21	295.69	
Hafif degrede mera	Balçıklı Kum	N7_Kuzey	487.92	326.56	1.49	3.04	136.16	87.31
	Balçıklı Kum	N7_Güney	520.75	326.56	1.59	6.33	302.74	
	Kumlu Balçık	N7_Doğu	398.65	326.56	1.22	3.04	111.24	
	Kum	N7_Batı	490.81	326.56	1.50	3.29	148.38	
		ORTALAMA	-	-	1.45	3.92	174.63	
Bozuk meşelik	Kumlu Balçık	N8_Kuzey	463.19	326.56	1.42	4.43	188.50	127.74
	Balçık	N8_Güney	491.90	326.56	1.51	7.09	320.29	
	Kumlu Balçık	N8_Doğu	501.28	326.56	1.54	8.23	378.85	
	Kumlu Balçık	N8_Batı	434.68	326.56	1.33	4.43	176.89	
		ORTALAMA	-	-	1.45	6.04	266.13	
Meşe-Kayın meşçeresi	Kumlu Balçık	N9_Kuzey	276.65	326.56	0.85	9.62	244.47	117.22
	Kumlu Balçık	N9_Güney	355.07	326.56	1.09	7.09	231.19	
	Kumlu Balçık	N9_Doğu	374.64	326.56	1.15	6.71	230.87	
	Balçıklı Kum	N9_Batı	347.01	326.56	1.06	8.48	270.33	
		ORTALAMA	-	-	1.04	7.97	244.21	
Meşe-Kayın meşçeresi	Kumlu Balçık	N10_Kuzey	403.52	326.56	1.24	5.06	187.67	101.02
	Kumlu Balçık	N10_Güney	471.75	326.56	1.44	4.56	197.46	
	Kumlu Balçık	N10_Doğu	411.08	326.56	1.26	7.34	277.22	
	Kumlu Balçık	N10_Batı	514.57	326.56	1.58	3.80	179.49	
		ORTALAMA	-	-	1.38	5.19	210.46	
Meşe-Karaçam meşçeresi	Kumlu Balçık	N11_Kuzey	374.91	326.56	1.15	6.83	235.39	117.65
	Kumlu Balçık	N11_Güney	468.70	326.56	1.44	3.29	141.69	
	Balçık	N11_Doğu	433.85	326.56	1.33	6.45	257.27	
	Kumlu Balçık	N11_Batı	607.39	326.56	1.86	6.20	346.05	
		ORTALAMA	-	-	1.44	5.70	245.10	
Rekreasyon alanı Gürgeç meşçeresi	Balçıklı Kum	N12_Kuzey	403.57	326.56	1.24	3.54	131.39	80.87
	Kumlu Balçık	N12_Güney	544.17	326.56	1.67	2.53	126.54	
	Balçıklı Kum	N12_Doğu	690.64	326.56	2.11	2.15	136.51	
	Balçıklı Kum	N12_Batı	534.09	326.56	1.64	5.70	279.45	
		ORTALAMA	-	-	1.66	3.48	168.47	
Mera	Toz Balçığı	N13_Kuzey	470.51	326.56	1.44	2.66	114.89	79.04
	Kumlu Balçık	N13_Güney	680.40	326.56	2.08	2.66	166.13	
	Kumlu Balçık	N13_Doğu	497.98	326.56	1.52	4.18	191.07	
	Toz Balçığı	N13_Batı	459.33	326.56	1.41	3.80	160.22	
		ORTALAMA	-	-	1.61	3.32	158.08	

EK 3 (devam). Toprak tekstür özellikleri ve C hesabı.

Alan açıklaması	Tekstür	Örnek no	Kuru ağırlık (gr)	Silindir hacmi	Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	Organik madde (%)	Organik madde (ton/ha)	C hesabı (ton C/ha)
Hafif rekreasyon Meşe-Kayın-Gürgen meşçeresi	Kumlu Balçık	N14_Kuzey	442.32	326.56	1.35	5.19	210.86	103.14
	Kumlu Balçık	N14_Güney	319.62	326.56	0.98	7.21	212.10	
	Kumlu Balçık	N14_Doğu	403.48	326.56	1.24	6.83	253.33	
	Kumlu Balçık	N14_Batı	404.05	326.56	1.24	4.94	183.22	
		ORTALAMA	-	-	1.20	6.04	214.88	
Pinus maritima meşçeresi	Kumlu Balçık	N15_Kuzey	331.07	326.56	1.01	9.75	296.41	116.89
	Kumlu Balçık	N15_Güney	401.13	326.56	1.23	6.83	251.86	
	Kumlu Balçık	N15_Doğu	648.39	326.56	1.99	1.77	105.55	
	Kumlu Balçık	N15_Batı	411.28	326.56	1.26	6.96	263.01	
		ORTALAMA	-	-	1.37	6.33	229.21	
Saf fındık çamı meşçeresi	Kumlu Balçık	N16_Kuzey	413.65	326.56	1.27	5.57	211.62	127.38
	Kumlu Balçık	N16_Güney	350.73	326.56	1.07	8.99	289.54	
	Kumlu Balçık	N16_Doğu	414.93	326.56	1.27	5.44	207.45	
	Kumlu Balçık	N16_Batı	268.62	326.56	0.82	11.77	290.47	
		ORTALAMA	-	-	1.11	7.94	249.77	
Saf Kayın meşçeresi	Kumlu Balçık	N17_Kuzey	373.29	326.56	1.14	6.45	221.36	117.00
	Kumlu Balçık	N17_Güney	414.33	326.56	1.27	8.23	313.14	
	Kumlu Balçık	N17_Doğu	484.89	326.56	1.48	4.68	208.60	
	Kumlu Balçık	N17_Batı	433.66	326.56	1.33	5.82	231.94	
		ORTALAMA	-	-	1.31	6.30	243.76	
Yoğun diri örtü Meşe meşçeresi	Kumlu Balçık	N18_Kuzey	300.29	326.56	0.92	11.01	303.76	117.09
	Kumlu Balçık	N18_Güney	263.47	326.56	0.81	12.02	291.02	
	Kum	N18_Doğu	322.03	326.56	0.99	7.97	235.89	
	Balçıklı Kum	N18_Batı	211.52	326.56	0.65	7.47	145.10	
		ORTALAMA	-	-	0.84	9.62	243.95	
Mera (dolgu alanı)	Kumlu Balçık	N19_Kuzey	591.92	326.56	1.81	3.54	192.71	106.18
	Kumlu Balçık	N19_Güney	717.26	326.56	2.20	4.94	325.25	
	Kumlu Balçık	N19_Doğu	587.40	326.56	1.80	2.40	129.86	
	Kumlu Balçık	N19_Batı	509.96	326.56	1.56	4.30	201.60	
		ORTALAMA	-	-	1.84	3.80	212.35	
Fındık Çamı meşçeresi	Kumlu Balçık	N20_Kuzey	473.71	326.56	1.45	6.20	269.89	178.63
	Kumlu Balçık	N20_Güney	475.23	326.56	1.46	7.85	342.59	
	Kumlu Balçık	N20_Doğu	629.88	326.56	1.93	8.35	483.37	
	Kumlu Balçık	N20_Batı	640.22	326.56	1.96	5.19	305.20	
		ORTALAMA	-	-	1.70	6.90	350.26	
Mısır tarlası nadas	Kumlu Balçık	N21_1.NOKTA	515.07	326.56	1.58	3.04	143.73	50.49
	Kumlu Balçık	N21_2.NOKTA	556.34	326.56	1.70	1.14	58.22	
		ORTALAMA	-	-	1.64	2.09	100.97	
Tarım arazisi sürülmüş	Kumlu Balçık	N22_1.NOKTA	-	-	-	6.20	-	-
	Kumlu Balçık	N22_2.NOKTA	-	-	-	5.57	-	
		ORTALAMA	-	-	-	5.89	-	
Orta derecede otlatılan hafif degrede mera	Kumlu Balçık	N23_Kuzey	445.24	326.56	1.36	5.70	232.96	148.94
	Kumlu Balçık	N23_Güney	425.37	326.56	1.30	5.95	232.46	
	Kumlu Balçık	N23_Doğu	594.38	276.32	2.15	7.97	514.55	
	Balçıklı Kum	N23_Batı	404.35	326.56	1.24	5.70	211.57	
		ORTALAMA	-	-	1.51	6.33	297.88	
Tarım arazisi nane	Kumlu Balçık	N24_Kuzey	-	-	-	0.89	-	-
Şiddetli rekreasyon Meşe meşçeresi	Kumlu Balçık	N25_Kuzey	462.27	326.56	1.42	3.54	150.50	117.64
	Kumlu Balçık	N25_Güney	501.05	326.56	1.53	6.33	290.47	
	Kumlu Balçık	N25_Doğu	512.62	326.56	1.57	4.94	232.45	
	Kumlu Balçık	N25_Batı	447.91	326.56	1.37	7.47	306.91	
		ORTALAMA	-	-	1.47	5.57	245.08	
Mera	Kumlu Kil Balçığı	N26_Kuzey	ND	ND	ND	1.62	ND	63.51
	Kumlu Kil Balçığı	N26_Güney	ND	ND	ND	1.05	ND	
	Kumlu Balçık	N26_Doğu	ND	ND	ND	4.82	ND	
	Kumlu Balçık	N26_Batı	ND	ND	ND	3.80	ND	
		ORTALAMA	-	-	1.50	2.82	127.01	
Mera	Kil Balçığı	N27_Kuzey	ND	ND	ND	3.22	ND	69.30
	Kumlu Kil Balçığı	N27_Güney	ND	ND	ND	1.97	ND	
	Kil Balçığı	N27_Doğu	ND	ND	ND	3.58	ND	
	Balçık	N27_Batı	ND	ND	ND	3.55	ND	
		ORTALAMA	-	-	1.50	3.08	138.60	

EK 3 (devam). Toprak tekstür özellikleri ve C hesabı.

Alan açıklaması	Tekstür	Örnek no	Kuru ağırlık (gr)	Silindir hacmi	Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	Organik madde (%)	Organik madde (ton/ha)	C hesabı (ton C/ha)
Meşe-Gürgen meşçeresi Orta derecede rekreasyon alanı	Kil Balçığı	N40_Kuzey	ND	ND	ND	6.06	ND	72.40
	Kumlu Kil Balçığı	N40_Güney	ND	ND	ND	1.88	ND	
	Kumlu Kil Balçığı	N40_Doğu	ND	ND	ND	5.05	ND	
	Kumlu Kil Balçığı	N40_Batı	ND	ND	ND	2.48	ND	
		ORTALAMA	-	-	1.30	3.87	150.83	
Meşe-Gürgen meşçeresi	Kumlu Balçık	N42_Kuzey	ND	ND	ND	4.89	ND	98.70
	Kumlu Balçık	N42_Güney	ND	ND	ND	7.12	ND	
	Kumlu Balçık	N42_Doğu	ND	ND	ND	5.69	ND	
	Kumlu Kil Balçığı	N42_Batı	ND	ND	ND	3.39	ND	
		ORTALAMA	-	-	1.30	5.27	205.63	
Gürgen-Meşe meşçeresi	Kumlu Kil Balçığı	N43_Kuzey	ND	ND	ND	3.66	ND	80.07
	Kumlu Balçık	N43_Güney	ND	ND	ND	4.85	ND	
	Kumlu Balçık	N43_Doğu	ND	ND	ND	3.74	ND	
	Kumlu Balçık	N43_Batı	ND	ND	ND	4.86	ND	
		ORTALAMA	-	-	1.30	4.28	166.82	
Kayın-Meşe meşçeresi	Balçık	N44_Kuzey	ND	ND	ND	5.52	ND	108.86
	Kumlu Kil Balçığı	N44_Güney	ND	ND	ND	5.22	ND	
	Balçık	N44_Doğu	ND	ND	ND	7.34	ND	
	Balçık	N44_Batı	ND	ND	ND	5.18	ND	
		ORTALAMA	-	-	1.30	5.82	226.79	
Göknar-Meşe meşçeresi Plantasyon sahası	Kumlu Kil Balçığı	N45_Kuzey	ND	ND	ND	3.65	ND	50.59
	Kumlu Kil Balçığı	N45_Güney	ND	ND	ND	2.55	ND	
	Kumlu Kil Balçığı	N45_Doğu	ND	ND	ND	2.03	ND	
	Kumlu Kil Balçığı	N45_Batı	ND	ND	ND	2.58	ND	
		ORTALAMA	-	-	1.30	2.70	105.40	
Kayın meşçeresi Kesim yapılmış	Toz Balçığı	N47_Kuzey	ND	ND	ND	3.96	ND	94.86
	Balçık	N47_Güney	ND	ND	ND	7.14	ND	
	Kumlu Balçık	N47_Doğu	ND	ND	ND	4.25	ND	
	Balçık	N47_Batı	ND	ND	ND	4.92	ND	
		ORTALAMA	-	-	1.30	5.07	197.63	
Meşe-Kayın meşçeresi	Kumlu Balçık	N48_Kuzey	ND	ND	ND	4.12	ND	91.31
	Kumlu Kil Balçığı	N48_Güney	ND	ND	ND	5.32	ND	
	Kumlu Kil Balçığı	N48_Doğu	ND	ND	ND	5.57	ND	
	Kumlu Kil Balçığı	N48_Batı	ND	ND	ND	4.50	ND	
		ORTALAMA	-	-	1.30	4.88	190.22	
Meşe-Gürgen meşçeresi Rekreasyon alanı	Kumlu Balçık	N49_Kuzey	ND	ND	ND	5.36	ND	86.07
	Kumlu Kil Balçığı	N49_Güney	ND	ND	ND	4.68	ND	
	Kumlu Balçık	N49_Doğu	ND	ND	ND	5.35	ND	
	Balçık	N49_Batı	ND	ND	ND	3.00	ND	
		ORTALAMA	-	-	1.30	4.60	179.30	
Kayın-Meşe-Gürgen meşçeresi	Kumlu Kil Balçığı	N50_Kuzey	ND	ND	ND	3.61	ND	52.37
	Kumlu Kil Balçığı	N50_Güney	ND	ND	ND	2.62	ND	
	Kumlu Kil Balçığı	N50_Doğu	ND	ND	ND	2.23	ND	
	Kumlu Kil Balçığı	N50_Batı	ND	ND	ND	2.73	ND	
		ORTALAMA	-	-	1.30	2.80	109.10	
Kayın-Meşe meşçeresi		N52_Kuzey	ND	ND	ND	1.54	ND	91.40
		N52_Güney	ND	ND	ND	7.38	ND	
		N52_Doğu	ND	ND	ND	4.59	ND	
		N52_Batı	ND	ND	ND	6.02	ND	
		ORTALAMA	-	-	1.30	4.88	190.42	
Kayın-Meşe meşçeresi	Kumlu Balçık	N53_Kuzey	ND	ND	ND	3.57	ND	89.90
	Kil Balçığı	N53_Güney	ND	ND	ND	7.41	ND	
	Balçık	N53_Doğu	ND	ND	ND	6.01	ND	
	Kumlu Balçık	N53_Batı	ND	ND	ND	2.22	ND	
		ORTALAMA	-	-	1.30	4.80	187.30	
Meşe meşçeresi	Kumlu Balçık	N55_Kuzey	ND	ND	ND	3.80	ND	70.39
	Kumlu Balçık	N55_Güney	ND	ND	ND	3.25	ND	
	Kumlu Balçık	N55_Doğu	ND	ND	ND	3.38	ND	
	Kil Balçığı	N55_Batı	ND	ND	ND	4.61	ND	
		ORTALAMA	-	-	1.30	3.76	146.64	

EK 4. Ölü ve diri örtü C hesabı.

Nokta		Diri örtü (g)	Ölü örtü (g)	Hektardaki diri örtü (ton)	Diri örtü (ton C/ha)	Hektardaki ölü örtü (ton)	Ölü örtü (ton C/ha)
N1	Doğu	0.00	53.98	0.00	0.00	2.16	0.91
	Kuzey	0.00	17.54	0.00		0.70	
	Batı	0.00	129.84	0.00		5.19	
	Güney	0.00	44.60	0.00		1.78	
N2	Doğu	9.29	205.72	0.37	0.08	8.23	2.65
	Kuzey	3.43	168.34	0.14		6.73	
	Batı	1.98	154.01	0.08		6.16	
	Güney	6.51	188.04	0.26		7.52	
N3	Doğu	495.95	515.07	19.84	4.41	20.60	4.84
	Kuzey	243.92	172.06	9.76		6.88	
	Batı	183.73	320.63	7.35		12.83	
	Güney	268.32	299.90	10.73		12.00	
N4	Doğu	12.37	0.00	0.49	0.39	0.00	0.02
	Kuzey	13.78	0.00	0.55		0.00	
	Batı	62.28	0.00	2.49		0.00	
	Güney	18.12	4.70	0.72		0.19	
N5	Doğu	37.27	0.00	1.49	0.48	0.00	0.07
	Kuzey	22.90	3.18	0.92		0.13	
	Batı	45.47	2.06	1.82		0.08	
	Güney	22.78	14.91	0.91		0.60	
N6	Doğu	58.87	4.87	2.35	0.62	0.19	0.03
	Kuzey	59.35	3.72	2.37		0.15	
	Batı	29.75	0.00	1.19		0.00	
	Güney	18.29	0.00	0.73		0.00	
N7	Doğu	32.31	0.00	1.29	0.44	0.00	0.00
	Kuzey	39.73	0.00	1.59		0.00	
	Batı	37.94	0.00	1.52		0.00	
	Güney	9.37	0.00	0.37		0.00	
N8	Doğu	100.59	89.47	4.02	2.10	3.58	0.65
	Kuzey	13.49	37.53	0.54		1.50	
	Batı	440.88	17.41	17.64		0.70	
	Güney	11.64	30.76	0.47		1.23	
N9	Doğu	0.00	321.80	0.00	0.04	12.87	5.10
	Kuzey	2.80	312.22	0.11		12.49	
	Batı	0.00	237.02	0.00		9.48	
	Güney	6.70	508.39	0.27		20.34	
N10	Doğu	1.96	424.44	0.08	0.08	16.98	7.02
	Kuzey	10.24	578.93	0.41		23.16	
	Batı	0.00	216.19	0.00		8.65	
	Güney	10.28	678.37	0.41		27.13	
N11	Doğu	0.00	280.19	0.00	0.40	11.21	4.05
	Kuzey	94.98	108.95	3.80		4.36	
	Batı	4.08	262.14	0.16		10.49	
	Güney	10.17	443.62	0.41		17.74	
N12	Doğu	0.00	70.28	0.00	0.03	2.81	1.75
	Kuzey	8.83	220.05	0.35		8.80	
	Batı	0.00	57.53	0.00		2.30	
	Güney	0.00	125.14	0.00		5.01	
N13	Doğu	41.23	0.00	1.65	0.97	0.00	0.00
	Kuzey	145.62	0.00	5.82		0.00	
	Batı	36.81	0.00	1.47		0.00	
	Güney	37.85	0.00	1.51		0.00	

EK 4 (devam). Ölü ve diri örtü C hesabı.

Nokta		Diri örtü (g)	Ölü örtü (g)	Hektardaki diri örtü (ton)	Diri örtü (ton C/ha)	Hektardaki ölü örtü (ton)	Ölü örtü (ton C/ha)
N14	Doğu	0.00	149.76	0.00	0.05	5.99	1.85
	Kuzey	13.20	125.35	0.53		5.01	
	Batı	0.00	146.48	0.00		5.86	
	Güney	0.00	77.41	0.00		3.10	
N15	Doğu	4.95	315.03	0.20	0.06	12.60	5.66
	Kuzey	0.00	357.71	0.00		14.31	
	Batı	4.89	250.33	0.20		10.01	
	Güney	6.02	605.99	0.24		24.24	
N16	Doğu	33.73	515.31	1.35	0.12	20.61	10.53
	Kuzey	0.00	189.88	0.00		7.60	
	Batı	0.00	989.65	0.00		39.59	
	Güney	0.00	1152.31	0.00		46.09	
N17	Doğu	1.33	684.35	0.05	0.00	27.37	8.34
	Kuzey	0.00	380.56	0.00		15.22	
	Batı	0.00	253.10	0.00		10.12	
	Güney	0.00	937.31	0.00		37.49	
N18	Doğu	48.37	346.91	1.93	0.75	13.88	3.97
	Kuzey	105.42	398.17	4.22		15.93	
	Batı	24.03	0.00	0.96		0.00	
	Güney	24.03	326.77	0.96		13.07	
N19	Doğu	164.22	0.00	6.57	1.62	0.00	0.05
	Kuzey	83.26	0.00	3.33		0.00	
	Batı	67.13	12.49	2.69		0.50	
	Güney	124.06	0.00	4.96		0.00	
N20	Doğu	38.66	285.24	1.55	0.73	11.41	5.22
	Kuzey	79.68	573.65	3.19		22.95	
	Batı	34.21	373.19	1.37		14.93	
	Güney	44.61	180.00	1.78		7.20	
N23	Doğu	41.84	0.00	1.67	0.62	0.00	0.00
	Kuzey	30.29	0.00	1.21		0.00	
	Batı	36.86	0.00	1.47		0.00	
	Güney	59.51	0.00	2.38		0.00	
N25	Doğu	0.00	33.72	0.00	0.00	1.35	0.70
	Kuzey	0.00	50.16	0.00		2.01	
	Batı	0.00	60.62	0.00		2.42	
	Güney	0.00	44.71	0.00		1.79	
N26	Doğu	30.80	0.00	1.23	0.62	0.00	0.00
	Kuzey	38.11	0.00	1.52		0.00	
	Batı	32.06	0.00	1.28		0.00	
	Güney	67.90	0.00	2.72		0.00	
N27	Doğu	14.83	0.00	0.59	0.30	0.00	0.00
	Kuzey	28.71	0.00	1.15		0.00	
	Batı	22.55	0.00	0.90		0.00	
	Güney	14.58	0.00	0.58		0.00	
N40	Doğu	2.07	273.78	0.08	0.02	10.95	2.57
	Kuzey	4.65	193.58	0.19		7.74	
	Batı	0.00	41.06	0.00		1.64	
	Güney	0.00	186.03	0.00		7.44	
N42	Doğu	2.01	93.08	0.08	0.03	3.72	2.73
	Kuzey	2.11	217.99	0.08		8.72	
	Batı	3.82	252.48	0.15		10.10	
	Güney	1.40	174.71	0.06		6.99	

EK 4 (devam). Ölü ve Diri Örtü C hesabı.

Nokta		Diri örtü (g)	Ölü örtü (g)	Hektardaki diri örtü (ton)	Diri örtü (ton C/ha)	Hektardaki ölü örtü (ton)	Ölü örtü (ton C/ha)
N43	Doğu	1.15	53.36	0.05	0.01	2.13	0.42
	Kuzey	1.16	35.85	0.05		1.43	
	Batı	0.00	0.00	0.00		0.00	
	Güney	0.68	24.50	0.03		0.98	
N44	Doğu	2.58	205.72	0.10	0.04	8.23	2.18
	Kuzey	3.16	137.57	0.13		5.50	
	Batı	5.84	80.69	0.23		3.23	
	Güney	0.51	164.52	0.02		6.58	
N45	Doğu	3.52	211.61	0.14	0.05	8.46	3.21
	Kuzey	6.37	184.96	0.25		7.40	
	Batı	4.18	242.39	0.17		9.70	
	Güney	0.00	228.61	0.00		9.14	
N47	Doğu	0.12	150.24	0.00	0.01	6.01	2.12
	Kuzey	0.00	144.46	0.00		5.78	
	Batı	1.21	108.48	0.05		4.34	
	Güney	0.48	170.11	0.02		6.80	
N48	Doğu	13.93	147.55	0.56	0.10	5.90	2.49
	Kuzey	4.03	172.55	0.16		6.90	
	Batı	3.93	194.12	0.16		7.76	
	Güney	5.85	158.22	0.23		6.33	
N49	Doğu	0.20	107.26	0.01	0.00	4.29	1.17
	Kuzey	0.00	97.85	0.00		3.91	
	Batı	0.00	70.87	0.00		2.83	
	Güney	0.00	40.14	0.00		1.61	
N50	Doğu	6.59	205.50	0.26	0.05	8.22	2.34
	Kuzey	2.90	182.52	0.12		7.30	
	Batı	0.14	0.00	0.01		0.00	
	Güney	4.90	244.43	0.20		9.78	
N51	Doğu	11.36	249.36	0.45	0.09	9.97	4.11
	Kuzey	5.98	245.70	0.24		9.83	
	Batı	2.95	318.43	0.12		12.74	
	Güney	3.16	296.03	0.13		11.84	
N53	Doğu	13.69	172.48	0.55	0.14	6.90	4.28
	Kuzey	4.36	315.78	0.17		12.63	
	Batı	6.12	470.86	0.24		18.83	
	Güney	13.03	197.49	0.52		7.90	
N55	Doğu	13.77	525.22	0.55	0.19	21.01	2.85
	Kuzey	19.45	123.73	0.78		4.95	
	Batı	11.08	0.00	0.44		0.00	
	Güney	6.83	122.64	0.27		4.91	

EK 5. Alt havzaların karbon tutum değerleri.

Alt havza	Arazi kullanımı	Alan (ha)	Toprak (ton C)	Ölü örtü (ton C)	Toprak üstü (ton C)	Toprak altı (ton C)
S1	Mera alanı	220.47	22170.53	13.15	108.17	302.88
	Tarım alanı	668.15	33733.22	181.31	502.77	0.00
	Yapraklı orman alanı	149.61	14556.00	428.21	23626.46	5664.36
	İbrelî orman alanı	43.89	5590.83	194.55	5741.54	1146.43
S2	Mera alanı	507.44	51028.33	30.26	248.97	697.11
	Tarım alanı	433.10	21866.13	117.53	325.90	0.00
	Yapraklı orman alanı	206.37	20078.35	590.67	32590.01	7813.34
	İbrelî orman alanı	114.00	14521.63	505.33	14913.08	2977.73
S3	Mera alanı	568.74	57192.68	33.91	279.05	781.33
	Tarım alanı	697.17	35198.36	189.18	524.61	0.00
	Yapraklı orman alanı	238.36	23190.75	682.23	37641.88	9024.51
	İbrelî orman alanı	231.17	29447.07	1024.72	30240.85	6038.26
S4	Mera alanı	1053.94	105984.55	62.84	517.10	1447.89
	Tarım alanı	477.33	24099.19	129.53	359.18	0.00
	Yapraklı orman alanı	178.14	17331.77	509.87	28131.92	6744.53
	İbrelî orman alanı	389.77	49649.98	1727.75	50988.34	10180.96
A5	Mera alanı	549.72	55280.02	32.78	269.71	755.20
	Tarım alanı	37.14	1875.11	10.08	27.95	0.00
	Yapraklı orman alanı	858.28	83504.59	2456.57	135539.84	32495.20
	İbrelî orman alanı	1173.20	149445.45	5200.49	153473.90	30644.50
S6	Mera alanı	296.69	29835.24	17.69	145.57	407.59
	Tarım alanı	16.33	824.46	4.43	12.29	0.00
	Yapraklı orman alanı	7.84	762.78	22.44	1238.10	296.83
	İbrelî orman alanı	94.60	12050.41	419.34	12375.24	2470.99
A7	Mera alanı	367.46	36951.90	21.91	180.29	504.81
	Tarım alanı	10.19	514.47	2.77	7.67	0.00
	Yapraklı orman alanı	750.73	73040.74	2148.74	118555.51	28423.26
	İbrelî orman alanı	103.81	13223.60	460.16	13580.06	2711.56
A8	Mera alanı	224.28	22553.67	13.37	110.04	308.11
	Tarım alanı	18.57	937.55	5.04	13.97	0.00
	Yapraklı orman alanı	360.49	35073.14	1031.80	56928.69	13648.45
	İbrelî orman alanı	83.62	10651.75	370.67	10938.87	2184.19
S9	Mera alanı	16.79	1688.41	1.00	8.24	23.07
	Tarım alanı	0.12	6.06	0.03	0.09	0.00
	Yapraklı orman alanı	137.57	13384.59	393.75	21725.10	5208.51
	İbrelî orman alanı	759.84	96790.51	3368.17	99399.60	19847.36
K10	Mera alanı	178.85	17985.21	10.66	87.75	245.70
	Tarım alanı	43.89	2215.90	11.91	33.03	0.00
	Yapraklı orman alanı	2580.52	251066.40	7385.97	407516.50	97700.63
	İbrelî orman alanı	178.93	22792.60	793.15	23406.99	4673.73
A11	Mera alanı	37.16	3736.82	2.22	18.23	51.05
	Tarım alanı	28.45	1436.37	7.72	21.41	0.00
	Yapraklı orman alanı	973.07	94672.85	2785.12	153667.51	36841.24
	İbrelî orman alanı	51.74	6590.78	229.35	6768.45	1351.47
A12	Mera alanı	11.30	1136.33	0.67	5.54	15.52
	Tarım alanı	7.65	386.23	2.08	5.76	0.00
	Yapraklı orman alanı	112.10	10906.54	320.85	17702.87	4244.20
	İbrelî orman alanı	232.03	29556.62	1028.53	30353.35	6060.73
A13	Mera alanı	0.30	30.17	0.02	0.15	0.41
	Tarım alanı	0.45	22.72	0.12	0.34	0.00
	Yapraklı orman alanı	303.67	29544.95	869.16	47955.66	11497.20
	İbrelî orman alanı	7.18	914.61	31.83	939.26	187.54

EK 5 (devam). Alt havzaların karbon tutum değerleri.

Alt havza	Arazi kullanımı	Alan (ha)	Toprak (ton C)	Ölü örtü (ton C)	Toprak üstü (ton C)	Toprak altı (ton C)
A14	Mera alanı	2.11	212.18	0.13	1.04	2.90
	Tarım alanı	9.71	490.23	2.63	7.31	0.00
	Yapraklı orman alanı	178.67	17383.33	511.39	28215.62	6764.59
	İbrelî orman alanı	60.74	7737.23	269.24	7945.79	1586.56
A15	Mera alanı	57.26	5758.08	3.41	28.09	78.66
	Tarım alanı	12.47	629.58	3.38	9.38	0.00
	Yapraklı orman alanı	137.46	13373.89	393.44	21707.72	5204.35
	İbrelî orman alanı	88.75	11305.22	393.41	11609.96	2318.19
K16	Mera alanı	6.18	621.46	0.37	3.03	8.49
	Tarım alanı	0.81	40.89	0.22	0.61	0.00
	Yapraklı orman alanı	686.27	66769.23	1964.24	108375.97	25982.75
	İbrelî orman alanı	35.60	4534.83	157.81	4657.07	929.89
K17	Mera alanı	13.89	1396.78	0.83	6.81	19.08
	Tarım alanı	0.91	45.94	0.25	0.68	0.00
	Yapraklı orman alanı	2072.16	201606.56	5930.94	327236.13	78453.70
	İbrelî orman alanı	79.66	10147.31	353.11	10420.84	2080.75
K18	Mera alanı	20.64	2075.57	1.23	10.13	28.35
	Tarım alanı	1.14	57.56	0.31	0.86	0.00
	Yapraklı orman alanı	2379.93	231550.41	6811.84	375839.26	90106.13
	İbrelî orman alanı	125.36	15968.70	555.69	16399.15	3274.46
A19	Mera alanı	45.30	4555.38	2.70	22.23	62.23
	Tarım alanı	32.03	1617.11	8.69	24.10	0.00
	Yapraklı orman alanı	167.31	16278.08	478.87	26421.65	6334.50
	İbrelî orman alanı	52.63	6704.15	233.30	6884.87	1374.72
A20	Mera alanı	110.41	11102.87	6.58	54.17	151.68
	Tarım alanı	31.70	1600.45	8.60	23.85	0.00
	Yapraklı orman alanı	122.23	11892.12	349.85	19302.60	4627.73
	İbrelî orman alanı	206.81	26344.03	916.74	27054.16	5401.97
K21	Mera alanı	104.30	10488.44	6.22	51.17	143.29
	Tarım alanı	12.15	613.42	3.30	9.14	0.00
	Yapraklı orman alanı	24.35	2369.08	69.69	3845.36	921.91
	İbrelî orman alanı	79.86	10172.79	354.00	10447.00	2085.98
K22	Mera alanı	41.16	4139.06	2.45	20.19	56.55
	Tarım alanı	5.76	290.81	1.56	4.33	0.00
	Yapraklı orman alanı	145.45	14151.26	416.31	22969.51	5506.86
	İbrelî orman alanı	143.90	18330.38	637.87	18824.49	3758.73
K23	Mera alanı	42.38	4261.75	2.53	20.79	58.22
	Tarım alanı	3.07	155.00	0.83	2.31	0.00
	Yapraklı orman alanı	95.62	9303.15	273.68	15100.34	3620.25
	İbrelî orman alanı	123.92	15785.27	549.31	16210.78	3236.84
K24	Mera alanı	7.26	730.07	0.43	3.56	9.97
	Tarım alanı	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Yapraklı orman alanı	12.49	1215.19	35.75	1972.42	472.88
	İbrelî orman alanı	47.62	6065.97	211.09	6229.48	1243.86
K25	Mera alanı	9.40	945.27	0.56	4.61	12.91
	Tarım alanı	3.01	151.97	0.82	2.26	0.00
	Yapraklı orman alanı	248.36	24163.68	710.86	39221.09	9403.12
	İbrelî orman alanı	258.38	32913.16	1145.33	33800.36	6749.00
K26	Mera alanı	27.07	2722.17	1.61	13.28	37.19
	Tarım alanı	0.69	34.84	0.19	0.52	0.00
	Yapraklı orman alanı	1034.97	100695.28	2962.29	163442.77	39184.83
	İbrelî orman alanı	382.07	48669.13	1693.62	49981.06	9979.84
K27	Mera alanı	10.38	1043.82	0.62	5.09	14.26
	Tarım alanı	2.18	110.06	0.59	1.64	0.00
	Yapraklı orman alanı	181.59	17667.43	519.75	28676.75	6875.15
	İbrelî orman alanı	90.76	11561.26	402.32	11872.90	2370.69

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Pınar PAMUKÇU
Uyruğu	T.C.
Doğum tarihi, Yeri	03.01.1986, İstanbul
Telefon	(+90) 539 220 8885
E-mail	pinarpamukcu@hotmail.com

Eğitim

Derece	Kurum/Anabilim Dalı/Programı	Yılı
Doktora	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı	2015
Doktora Sırası Araştırma	University of Massachusetts/Department of Environmental Conservation	2014
Yüksek Lisans	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı	2011
Lisans	Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümü	2011
Lisans	Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü	2008
Lise	Üsküdar Anadolu Lisesi	2004

Makaleler / Bildiriler

- Pamukcu, P., Serengil, Y., Yurtseven, I. (2014). Role of forest cover, land use change and climate change on water resources in Marmara basin of Turkey. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 8, 480-486. doi: 10.3832/ifor1242-007. [online 2014-10-31] URL: <http://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifor1242-007>.
- Serengil, Y., Pamukcu, P. (2014). Managing forests as complex adaptive systems: Building resilience to the challenge of global change. *International Journal of Environmental Studies* 71 (1), 117-119. doi: 10.1080/00207233.2013.869990.
- Pamukcu, P., Serengil, Y. (2015). A Comparison of Field Methods to Estimate Carbon Storage and Biodiversity Services of Ecosystems. *XIV World Forestry Congress, Forests and People: Investing in A Sustainable Future*. Durban, South Africa, 7-11 September 2015.
- Pamukcu, P., Serengil, Y., Uzun, A. (2015). Soil Conservation and Water Production Services of Ecosystems and Their Inclusion into Landscape Planning in Sprawling Cities. *IUFRO Sustaining ecosystem services in forest landscapes – concepts, research, and applications*. Tartu, Estonia, 23-30 August, 2015.
- Serengil, Y., Yurtseven, İ., Pamukcu, P., Tekin, H., Uygur, B., Özçelik, M.S., Aytekin, M. (2015). Estimation of Interception Loss from Forests by using LAI. *The Fourth International Conference on Agro-Geoinformatics*. Istanbul, Turkey, July 20-24, 2015.
- Pamukcu, P., Randhir, T.O., Serengil, Y. (2015). A Hydrological Evaluation of Forest Fragmentation along Urban-Rural Transition using SWAT Model. *IUFRO 2015 International Congress – GreenInUrbs & IUFRO RG 7.01*. Nice, France, June 1-5, 2015.
- Pamukcu, P., Serengil, Y. (2014). Prediction of Channel Erosion in Watersheds along Urban-Rural Transition. *XXIV IUFRO World Congress: Sustaining Forests, Sustaining People: The Role of Research*. Salt Lake City, UT, USA, October 5-11, 2014.
- Serengil, Y., Tekin, H., Sengönül, K., Inan, M., Yurtseven, I., Uygur, B., Pamukcu, P. (2014). Improvement of forest management towards optimizing water production in Marmara region of Turkey. *XXIV IUFRO World Congress: Sustaining Forests, Sustaining People: The Role of Research*. Salt Lake City, UT, USA, October 5-11, 2014.
- Tekin, H., Sengönül, K., Serengil, Y., Inan, M., Yurtseven, I., Uygur, B., Pamukcu, P. (2014). Ormanların su üretimi ve toprak koruma fonksiyonları: konsept ve mekansal analiz. *Havza Yönetimi Sempozyumu Uygulamalar, Politikalar ve Yeni Yaklaşımlar*. Cankiri, Turkey, September 10-12, 2014.
- Serengil, Y., Sengönül, K., Uzun, A., Erdem, N., Inan, M., Yurtseven, I., Kılıç, U., Uygur, B., Pamukcu, P., Özçelik, M.S. (2014). Kentsel arazi planlamasında havza ve ekosistem tabanlı değerlendirme algoritması. *Havza Yönetimi Sempozyumu Uygulamalar, Politikalar ve Yeni Yaklaşımlar*. Cankiri, Turkey, September 10-12, 2014.
- Serengil, Y., Pamukcu, P., Yurtseven, I. (2013). A Comparison of climate change and land use change effects on the management of water resources: Marmara Region case study. *Proceedings of the International Symposium for the 50th Anniversary of the Forestry Sector Planning in Turkey*. Antalya, Turkey, November 26-28, 2013.
- Pamukcu, P., Serengil, Y., Yurtseven, İ. (2013). Implications on the management of water resources in Marmara Region of Turkey: Climate change or land use change. *IUFRO 2013*. Ilhéus, Bahia, Brazil, September 1-6, 2013.
- Serengil, Y., Şengönül, K., Uzun, A., Inan, M., Erdem, N., Yurtseven, I., Kılıç, Ü., Uygur, B., Pamukcu, P., Özçelik, M.S. (2013). Quantification of water related ecosystem services in urban and peri urban watersheds: A methodological assessment. *IUFRO 2013*. Ilhéus, Bahia, Brazil, September 1-6, 2013.
- Erden, H., Küsek, G., Başak, Z., Pamukcu, P., Serengil, Y. (2013). Land use and Land use change in Turkey and influences on C stocks. *IUFRO 2013*. Ilhéus, Bahia, Brazil, September 1-6, 2013.
- Pamukcu, P., Erdem, N., Serengil, Y. (2011). Landscape potential assessment in river basins: Riva Creek case study. *The 8th IALE World Congress*. Beijing, China, August 18-23, 2011.

Projeler

Yürütücü. TÜBİTAK-BİDEB 2214-A - Yurt Dışı Doktora Sırası Araştırma burs programı. Proje No: 1059B141300853. *Ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlama sürecine entegrasyonu*. 01/05/2014-01/11/2014.

Yürütücü. İ.Ü.-BAP. Proje No: 35512. *Ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlama sürecine entegrasyonu*. 13/11/2013-27/01/2016.

Araştırmacı. Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Proje No: 10.6601. *Ormanların su ve toprak koruma fonksiyonlarının planlama sürecine entegrasyonu: Marmara Bölgesi Örnek Çalışması*. 01/03/2013-01/03/2016.

Bursiyer. TÜBİTAK-ÇAYDAG. Proje No: 112Y096. *Sürdürülebilir arazi planlama çalışmalarını destekleyecek bir iklim değişikliği-ekosistem hizmetleri yazılımının geliştirilmesi*. 01/11/2012-01/11/2015.

Araştırmacı. BAP Diğer, 2013/039. *Gölcük Değirmendere beldesi ve yakın çevresindeki (Örcün-Saraylı) envanteri çıkartılan tarihsel ve kültürel açıdan önemli olan doğal ve yapısal elemanların rekonstrüksiyonu, korunması ve geleceğe aktarılması için turizm-tarım ve sosyal yapı odaklı bir yönetim planı önerisi*.

Araştırmacı. Gölcük Vizyon 2023, BAP Diğer, 2011/088. *Kocaeli ili Gölcük ilçesi Değirmendere beldesi ve yakın çevresindeki (Örcün-Saraylı) tarihsel ve kültürel açıdan önemli olan doğal ve yapısal elemanların (kültürel peyzaj elemanlarının) korunmasına yönelik tarihi izlerin rekonstrüksiyonu ve sürdürülebilirliği için bir model önerisi*.

Eğitim Amaçlı ve/veya Proje Bazlı Toplantılar ve Yaz Okulları

Cost FP1204 GreenInUrbs- Training school, *Implementation of green infrastructure approach to link environmental and social aspects in the research on urban forests*. Pieve Tesino, Italy, June 29-July 3, 2015.

Cost Action FP0903 - Summer school, *Ecophysiological Field Techniques in Climate Change and Pollution Research*. Tenerife, Spain, September 28-October 4, 2013.

ForseenPOMERANIA Camp – Project, *Development of trans-border decision support system for remote and model assessment of forest dendromass in Pomerania Region*. Poznań, Poland, August 20-26, 2012.

Düzenlenen Toplantılar ve Konferanslar

IUFRO 8.01.02 Landscape Ecology Conference. Antalya, Turkey, June, 2017 - Member of organizing committee.

European Landscape Architecture Student Association (ELASA) Annual Meeting. Turkey, August, 2016 - Member of organizing committee.

IUFRO All Division 7 Conference - Global Change and Forest Health. Istanbul, Turkey, April 25-29, 2016 - Member of organizing committee.

II. Istanbul Carbon Summit. Istanbul, Turkey, April 2-3, 2015 - Member of youth commission.

FAO Regional Policy Workshop. Istanbul, Turkey, March 11-13, 2015 - Member of organizing committee (I.U. Faculty of Forestry).

IUFRO 7.01.08 Hydroecology Conference-COST FP0903 Climate Change and Forest Mitigation and Adaptation in a Polluted Environment (MAFor) - National Watershed Management Workshop. Kahramanmaraş, Turkey, September 3-6, 2012 - Member of organizing committee.

International Forestry Students' Symposium (IFSS). Turkey, August 1-15, 2012 - Member of organizing committee.