

**TÜRKİYE TERSİYER KÖMÜRLERİNİN JEOİSTATİSTİKSEL
OLARAK İNCELENMESİ**

**GEOSTATISTICAL STUDY OF TERTIARY COALS OF
TURKEY**

FIRAT ATALAY

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

MADEN Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2011

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından **MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI** 'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof. Dr. Adnan KONUK

Üye (Danışman)

Prof. Dr. A. Erhan TERCAN

Üye

Prof. Dr. Bahtiyar ÜNVER

Üye

Prof. Dr. Cem SARAÇ

Üye

Doç. Dr. Yılmaz ÖZÇELİK

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/...../..... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca/...../..... tarihinde kabul edilmiştir.

Prof. Dr.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Aileme

TÜRKİYE TERSİYER KÖMÜRLERİNİN JEOİSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ

Fırat ATALAY

ÖZ

Bu çalışmada Türkiye Tersiyer dönem kömürleri jeostatistiksel açıdan incelenmiştir. İnceleme Tuncalı vd. (2002) tarafından üretilen verilere dayanmaktadır.

Tersiyer sınırlar içindeki kömürlerin Alt ısı değer (AID), kül ve neme ilişkin uzaklığa bağlı değişkenliği incelenmiş ve tüm Tersiyer sahalarındaki kömür dağılımı ortalamasız krigleme yöntemi ile kestirilmiştir.

Doğrudan Ardışık Benzetim yöntemi ile Tersiyer alanlarda kalite değişkenleri için benzetimler yapılmış ve benzetim sonrasında, sınır değerlerden düşük olma olasılıkları haritalanmıştır. Üretilen benzetim sonuçlarından yola çıkılarak Tersiyer alanlarda ek örnekleme yapılması gereken lokasyonlar belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Jeostatistik, Variogram, Ortalamasız Krigleme, Ortalamalı Krigleme, Doğrudan Ardışık Benzetim, Türkiye, Tersiyer Dönem, Kömür

DANIŞMAN: Prof. Dr. A. Erhan TERCAN, Hacettepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Maden İşletmesi Ana Bilim Dalı

GEOSTATISTICAL STUDY OF TERTIARY COALS OF TURKEY

Firat ATALAY

ABSTRACT

Tertiary coals of Turkey is investigated from geostatistical perspective. Study based on data produced by Tuncalı (2002).

Spatial variability of LCW (lower calorific value), ash and moisture content of the coals that are in Tertiary boundary investigated and distribution of the all coals in Tertiary boundary is estimated by using Ordinary Kriging.

Geostatistical simulation is made by using Direct Sequential Simulation with respect to all variables and then, probabilities of being below cut-off values are determined. By using simulation results, extra locations of sampling are determined.

Key Words : Geostatistics, Variogram, Ordinary Kriging, Simple Kriging, Direct Sequential Simulation, Turkey, Tertiary Period, Coal

ADVISOR: Prof. Dr. A. Erhan TERCAN, Hacettepe University, Department of Mining Engineering, Mining Divison

TEŞEKKÜR

Tezim ile ilgili çalışmalarımın her aşamasında ilgi ve katkılarını esirgemeyen, tezimin şekillenmesinde ve sonuçlanmasında büyük emeği geçen tez danışmanım ve saygıdeğer hocam Prof. Dr. A. Erhan Tercan'a,

Lisans ve Lisansüstü hayatım boyunca gerek akademik gerekse sosyal anlamda hiçbir desteklerini esirgemeyen ve her zaman tecrübelerini benle paylaşarak bilgi birikimimi artıran saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Bahtiyar Ünver ve Yrd. Doç. Mehmet Ali Hindistan'a,

Yapıcı eleştirileri ile tezimin şekillenmesinde yardımcı olan Tez jüri üyeleri saygıdeğer hocalarım ve lisans, lisansüstü hocam olan Doç Dr. Yılmaz Özçelik ve Prof. Dr. Adnan Konuk ve Prof. Dr. Cem Saraç'a ,

Sürekli olarak ışığı ile aydınlandığım ve bu tezin dahi ortaya çıkmasının temel sebebi olan lisansüstü hayatımın başlangıcını, yol göstericiliği ile sağlayan; her konuda hiçbir destek, bilgi ve görüşünü benden esirgemeyen Prof. Dr. Hakan Benzer'e,

Sevgili arkadaşlarım Mehmet Bahadır Yaşacan, Serkan Sarıkaya, Bilal Acar, Mutlu Karabacak, Can Gürol, Kıvanç Ilgazdağ, Abdulkadir Köseoğlu, İlkem Arslan, Tuğba Çiçek, Kadir Turan ve arkadaşarımdan tezin zamanlaması açısından tecrübesi ile bana yardımcı olan Araş. Gör. Nurettin Alper Toprak ve Araş .Gör. Deniz Ekşi, Araş Gör. Güneş Ertunç, Araş Gör. Suphi Ünal, Araş. Gör. Özgür Özcan , Hamza Kıvrak ve Babak Sohrabian'a,

Çalışmalarımın her aşamasında maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, samimiyet, sadakat ve güvenilirliklerinden kesinlikle emin olduğum, başarı anlamında her ne yapıyorsam yapayım temel ve tek sebebi olan aileme

TEŞEKKÜRLERİMİ SUNARIM.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

| | |
|---|-----|
| ÖZ | i |
| ABSTRACT | ii |
| TEŞEKKÜR..... | iii |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ | iv |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | vi |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | ix |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ | x |
| 1.GİRİŞ | 1 |
| 2. JEOİSTATİSTİKSEL YÖNTEM | 3 |
| 2.1 Uzaklığa Bağlı İlişki ve Bu İlişkinin Modellenmesi..... | 3 |
| 2.2 Variogram Modelleri..... | 8 |
| 2.3 Anizotropi..... | 13 |
| 2.4 Krigleme (Kriging) | 14 |
| 2.5 Çapraz Doğrulama..... | 15 |
| 2.6 Jeostatistiksel Kestirim ve Benzetim | 16 |
| 2.7 Doğrudan Ardışık Benzetim (Direct Sequential Simulation)..... | 16 |
| 3. TÜRKİYE TERSİYER SAHALARI VE KÖMÜR VERİLERİ | 18 |

| | |
|--|----|
| 3.1 Özet İstatistikler | 23 |
| 3.2 Bağıl Sıklık Dağılımları..... | 23 |
| 3.3 Saçılma Diyagramları ve Doğrusal Regresyon Analizi..... | 25 |
| 4. TÜRKİYE TERSİYER SAHALARIN JEOİSTATİSTİKSEL KESTİRİMİ VE BENZETİMİ | 28 |
| 4.1 Variogram Analizi..... | 28 |
| 4.2 Çapraz Doğrulama..... | 30 |
| 4.3 Değişkenlerin Kestirimi | 31 |
| 4.4 Jeoistatistiksel Benzetim..... | 37 |
| SONUÇLAR | 49 |
| KAYNAKLAR..... | 51 |
| Ekler..... | 54 |
| Ek-1..... | 55 |
| Ek-2..... | 60 |
| Ek-3..... | 70 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 80 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Şekil 2.1 Kalınlık verilerin variogramı..... | 6 |
| Şekil 2.2 Deneysel variogramın hesaplanmasında kullanılan tolerans açısı ve uzaklıkları..... | 7 |
| Şekil 2.3 Tipik bir variogram fonksiyonu..... | 8 |
| Şekil 2.4 Küresel modele sahip bir variogram..... | 9 |
| Şekil 2.5 Üssel modele sahip bir variogram..... | 10 |
| Şekil 2.6 Gauss modeline sahip bir variogram..... | 11 |
| Şekil 2.7 Külçe etki modeli..... | 12 |
| Şekil 2.8 Yuvalı yapıya sahip bir variogram..... | 12 |
| Şekil 2.9 Geometrik anizotropi..... | 13 |
| Şekil 2.10 Zonal anizotropi..... | 14 |
| Şekil 3.1 Türkiye Jeoloji Haritası..... | 19 |
| Şekil 3.2 SURPAC programına aktarılmış olan karasal Tersiyer alanlar..... | 20 |
| Şekil 3.3 Çalışmaya konu olan verilere ait konumlar..... | 22 |
| Şekil 3.4 AID bağımlılık dağılımı..... | 21 |
| Şekil 3.5 Kül bağımlılık dağılımı..... | 21 |
| Şekil 3.6 Nem bağımlılık dağılımı..... | 21 |
| Şekil 3.7 AID X nem saçılma diyagramı ve doğrusal regresyon analizi..... | 25 |
| Şekil 3.8 AID X kül saçılma diyagramı ve doğrusal regresyon analizi..... | 26 |

| | |
|---|----|
| Şekil 3.9 Kül X nem saçılma diyagramı ve doğrusal regresyon analizi..... | 26 |
| Şekil 4.1 AID variogram modelleri..... | 28 |
| Şekil 4.2 Kül variogram modelleri..... | 28 |
| Şekil 4.3 Nem variogram modelleri..... | 29 |
| Şekil 4.4 Tersiyer sınırlar içinde AID'nin dağılımı..... | 32 |
| Şekil 4.5 Tersiyer sınırlar içinde külün dağılımı..... | 33 |
| Şekil 4.6 Tersiyer sınırlar içinde nemin dağılımı..... | 34 |
| Şekil 4.7 Tersiyer sınırlar içinde AID kestirim değerlerinin % dağılımı..... | 35 |
| Şekil 4.8 Tersiyer sınırlar içinde kül kestirim değerlerinin % dağılımı..... | 36 |
| Şekil 4.9 Tersiyer sınırlar içinde nem kestirim değerlerinin % dağılımı..... | 36 |
| Şekil 4.10 AID benzetim variogramları ve model variogram..... | 38 |
| Şekil 4.11 Kül benzetim variogramları ve model variogram..... | 38 |
| Şekil 4.12 Nem benzetim variogramları ve model variogram..... | 39 |
| Şekil 4.13 Bir blok için sınır değerden düşük olma olasılığı..... | 39 |
| Şekil 4.14 AID'nin Tersiyer sınırlar içinde 1600 kCal/kg'dan düşük olma olasılığı yayılımı..... | 40 |
| Şekil 4.15 Külün Tersiyer sınırlar içinde % 25'den düşük olma olasılığı yayılımı...41 | |
| Şekil 4.16 Nemin Tersiyer sınırlar içinde % 38'den düşük olma olasılığı yayılımı.42 | |
| Şekil 4.17 AID 1600 kCal/kg'dan düşük olma olasılıkları dağılımı..... | 44 |
| Şekil 4.18 Kül %25'den düşük olma olasılıkları dağılımı..... | 44 |

| | |
|--|----|
| Şekil 4.19 Nem % 38'den düşük olma olasılıkları dağılımı..... | 45 |
| Şekil 4.20 50 adet benzetim sonucuna göre AID alt değerleri..... | 46 |
| Şekil 4.21 50 adet benzetim sonucuna göre AID'nin üst sınır değerleri..... | 47 |
| Şekil 4.22 Ek örneklem yapılması gereken lokasyonlar..... | 48 |
| Şekil Ek-3.1 AID'nin Tersiyer sınırlar içinde 1.nci benzetimi..... | 71 |
| Şekil Ek-3.2 AID'nin Tersiyer sınırlar içinde 25.nci benzetimi..... | 72 |
| Şekil Ek-3.3 AID'nin Tersiyer sınırlar içinde 50.nci benzetimi..... | 73 |
| Şekil Ek-3.4 Külün Tersiyer sınırlar içinde 1.nci benzetimi..... | 74 |
| Şekil Ek-3.5 Külün Tersiyer sınırlar içinde 25.nci benzetimi..... | 75 |
| Şekil Ek-3.6 Külün Tersiyer sınırlar içinde 50.nci benzetimi | 76 |
| Şekil Ek-3.7 Nemin Tersiyer sınırlar içinde 1.nci benzetimi..... | 77 |
| Şekil Ek-3.8 Nemin Tersiyer sınırlar içinde 25.nci benzetimi..... | 78 |
| Şekil Ek-3.9 Nemin Tersiyer sınırlar içinde 50.nci benzetimi..... | 79 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Çizelge 3.1 Değişkenlere ait özet istatistikler..... | 23 |
| Çizelge 4.1 Uyarlanan modellere ait parametreler..... | 29 |
| Çizelge 4.2 Uyarlanan ilk modele ilişkin çapraz doğrulama sonuçları..... | 30 |
| Çizelge 4.3 Uyarlanan ikinci modele ilişkin çapraz doğrulama sonuçları..... | 30 |
| Çizelge 4.4 Uyarlanan üçüncü modele ilişkin çapraz doğrulama sonuçları..... | 31 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|-------------|---|
| AID | Alt Isıl Değer |
| λ | Ağırlık |
| E[.] | Beklenen değer işlemcisi |
| C | Eşik değeri |
| GWH | Giga Watt saat |
| $\gamma(h)$ | h uzaklığındaki variogram değeri |
| $Z^*(x_0)$ | Kestirilecek nokta |
| $Z(x_i)$ | Kestirimde kullanılacak veri |
| C_0 | Külçe etkisi |
| m | Lagrange çarpanı |
| MTA | Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü |
| σ | Standart Sapma |
| TEİAŞ | Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi |
| SGeMS | Stanford Geostatistical Modeling Software |
| TKİ | Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü |
| σ^2 | Varyans |
| Var[.] | Varyans işlemcisi |
| a | Yapısal uzaklık |

1.GİRİŞ

Enerji tüketimi dünyada yıldan yıla artış göstermekte, buna bağlı olarak enerji kaynaklarının üretimi artmaktadır. Bu kaynaklara sahip olan ülkeler için uzun vadede herhangi bir sorun gözükmemektedir. Bununla birlikte ülkemizdeki enerji üretimi, tüketimi karşılamamakta ve Türkiye dışardan enerji ithal etmektedir. Ülkemizde ithal edilen elektrik enerjisi miktarı 2008 yılında 789 GWh iken 2009 yılında 812 GWh seviyesine çıkmıştır (TEİAŞ, 2011).

Enerji kaynakları açısından kömür, en uzun ömürlü fosil yakıttır (Tuncalı vd., 2002). Ülkemizdeki linyit ve alt bitümlü kömürler, birkaç istisna dışında (Bursa – Yenişehir-Yarhisar, Artvin-Yusufeli-Kölük, Gümüşhane-Kelkit-Alansa) Tersiyer dönemde oluşmuştur. Bu nedenle Tersiyer yaşlı kömürler, ülkemizin kömür potansiyeli açısından çok büyük bir öneme sahiptir.

Türkiye Tersiyer sahaları, kömür varlığı açısından birçok çalışmaya konu olmuştur. Bunlar arasında Paşamehmetoğlu vd. (1983), Görür vd. (1996), Temur vd. (2008) sayılabilir. Paşamehmetoğlu vd. (1983) çeşitli sahaların kömür potansiyelinin tespiti ve kömür arama konularını ele almıştır. Görür vd. (1996) Tersiyer dönemde oluşmuş havzaları tektonik özelliklerine göre sınıflandırmış ve buna bağlı olarak jeolojik evrimleri ve kömür potansiyellerini sadece ana hatları ile ele almışlardır. Temur vd.(2008) ise Tuncalı vd. (2002) tarafından yapılan çalışmaya dayanarak Tersiyer sınırlar içindeki yatakları istatistiksel açıdan incelemişlerdir. Global ölçekte yapılan bu çalışmalar dışında havza bazında yapılan lokal çalışmalar da söz konusudur. Lokal çalışmalara örnekler Ünver vd. (2010(a)), Ünver vd. (2010(b)), Tercan vd. (2008, 2009) verilebilir. Ünver vd. (2010(a)), Tunçbilek, Ünver vd. (2010(b)), Soma Eynez, Tercan vd. (2008), Tufanbeyli, Tercan vd. (2009) Saray kömür sahalarında kaynak ve rezerv kestirim çalışmaları yapmışlardır.

Türkiye Tersiyer kömürleri ile ilgili olarak global ölçekte yapılan çalışmalar daha çok yapısal jeoloji ve kömür arama potansiyeli gibi unsurları içermekte ancak kömürlerin kalite değişimine yönelik bir veri ortaya koymamaktadır. Havza bazında kalite değişimine yönelik yapılan çalışmalar ise lokal ölçekte kalmaktadır. Bu tez çalışmasının amacı, Tersiyer sahalarındaki kömür kalitesini global ölçekte

incelemektir. Bu amaçla Alt Isıl Değer (AID), kül içeriği ve nem içeriği kömür kalite değişkenleri olarak alınmış ve bu değişkenlerin uzaklığa bağlı değişimi Türkiye ölçeğinde jeostatistiksel olarak incelenmiştir.

Çalışmaya konu olan veriler, Tuncalı vd. (2002)'nin çalışmasına dayanmaktadır. Tuncalı vd. (2002) bu verileri, başta büyük yataklar olmak üzere kamu ve özel sektöre ait 187 adet kömür sahasından alınan örnekleri analiz ederek üretmiştir. Tez çalışmasında bu verilerin temel istatistikleri hesaplanmış, Tersiyer sınırlar içerisinde kalan alanlar, 4000m x 4000m boyutlarında 15445 adet bloğa bölünmüş ve her bloğun ortalama AID, ortalama kül ve ortalama nem içeriği jeostatistiksel olarak kestirilmiştir. Kestirime ek olarak bu blokların sınır kalite değerlerinden düşük olma olasılıkları jeostatistiksel benzetimlerden hesaplanmıştır. Ayrıca ek örnekleme gereken lokasyonlar belirlenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde jeostatistiksel kestirim ve benzetim yöntemlerinin kuramsal çerçevesi verilmiştir. Üçüncü bölümde Türkiye Tersiyer sahaları tanıtılmış ve bu sahalardan alınan kömür örneklerinin istatistiksel bir incelemesi yapılmıştır. Dördüncü bölümde kalite değişkenlerinin variogramları analiz edilmiş daha sonra bu değişkenler ortalamasız krigleme ile kestirilip doğrudan ardışık benzetim yöntemi ile 50 defa benzetilmiştir. Beşinci ve son bölümde sonuçlar verilmiştir.

2. JEOİSTATİSTİKSEL YÖNTEM

Jeoistatistik, bölgesel değişkenler teorisinin (Matheron, 1963) yerbilimleri problemlerine uygulanması şeklinde tanımlanır (Tercan ve Saraç, 1998). Bölgesel değişken, belirli bir bölgeye özgü olan ve en az bir koordinat ile ifade edilen değişkendir. Tenör, ısı değer, kalınlık gibi değişkenler bölgesel değişkene örnek olarak verilebilir.

2.1 Uzaklığa Bağlı İlişki ve Bu İlişkinin Modellenmesi

Bölgesel değişkenlerin en önemli özelliği uzaklığa bağlı bir ilişki göstermesidir. Maden yatakların değerlendirilmesinde de göz önüne alınan değişkenlere ait değerler uzaklığa bağlı yapısal bir ilişki gösterebilirler. Bu gibi durumlarda iki farklı noktadan alınan tenör değerleri arasındaki ilişki, bu noktalar arasındaki uzaklığa bağlıdır; ilişkinin uzaklık arttıkça azalması beklenir. Genellikle belirli bir uzaklıktan sonra bu ilişkinin tümüyle ortadan kalktığı gözlenir. Ters durumda, yani uzaklık azalınca ilişki artar. Sıfır olduğunda ise ilişki en yüksek değerine erişir. Öznitelik (tenör, ısı değer vb.) değerlerindeki farklılığın uzaklığa bağlı değişimi, uzaklığa bağlı ilişki olarak adlandırılır (Tercan, 2011).

Uzaklığa bağlı değişkenliği modellemede variogram, madogram, rodogram, çapraz variogram, bağıl variogram gibi araçlar kullanılır. Geoistatistiksel uygulamalarda uzaklığa bağlı değişkenliğin modellenmesinde genelde variogram kullanılır. Variogram fonksiyonu aralarında birbirinden h uzaklığı ile ayrılmış iki rastlantı değişkeni arasındaki farkın varyansı ile ifade edilir (Tercan, 2011):

$$2\gamma(h) = \text{Var}[Z(x) - Z(x+h)] \quad (2.1)$$

Eşitlik (2.1)'de $2\gamma(h)$; variogramı, $\text{Var}(\cdot)$; varyans işlemcisini, $Z(x)$; x noktasındaki rastlantı değişkenini, $Z(x+h)$ ise $x+h$ noktasındaki rastlantı değişkenini, göstermektedir.

İkinci dereceden durağanlık varsayımı göz önüne alındığında variogram, beklenen değer cinsinden Eşitlik (2.2)'de gösterildiği gibi yazılır.

$$2\gamma(h) = E[Z(x) - Z(x+h)]^2 \quad (2.2)$$

Eşitlik (2.2)'de E(.) beklenen değer işlemcisini göstermektedir.

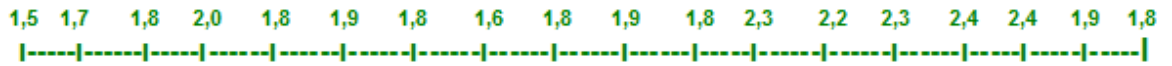
Variogramlar, Eşitlik (2.1) ve Eşitlik (2.2)'de verilen kuramsal ifadelerin yanında deneysel olarak Eşitlik (2.3) ile hesaplanır.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (Z_i(x) - Z_i(x+h))^2 \quad (2.3)$$

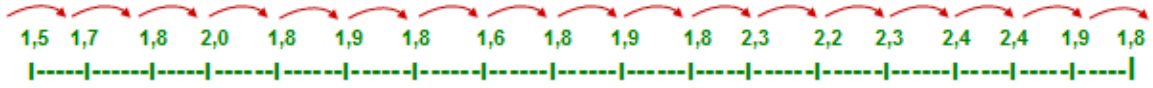
Eşitlik (2.3)'de N(h); h uzaklığına karşılık gelen örnek çifti sayısını göstermektedir. Variogram farkların karesini aldığı için normalin çok altında ve üstünde olan verilere karşı dirençli değildir. Bunun için bu tür verilerden daha az etkilenen madogram ve rodogram gibi uzaklığa bağlı ilişkiyi karakterize eden araçları kullanmak gerekir.

Ölçüm noktaları üç boyutlu, iki boyutlu ya da bir boyutlu olabilirler. Variogram modeline ulaşabilmek için örnekleme kullanarak deneysel variogram değerlerini hesaplamak gerekir. Deneysel variogramın hesaplanması örneklerin alınma düzenine göre farklılık gösterir. Eğer örnekler, düzenli aralıklarda alınmış ise Eşitlik (2.3)'de gösterilen formülün kullanılması yeterli olacaktır. Buna ilişkin bir örnek aşağıda verilmiştir:

Kömürde sürülmüş bir galeride 10 m aralıklar ile kömür damarı kalınlığı ölçümleri kullanılarak variogram değerleri hesaplanmak istenmektedir.



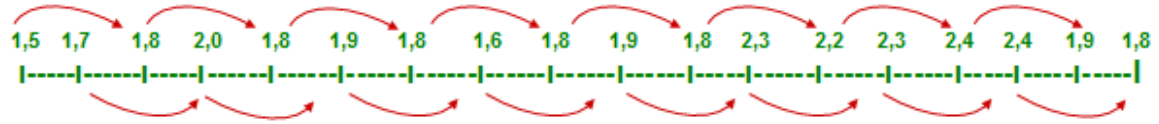
On metredeki variogram değeri



$$2\gamma(10) = \frac{1}{17} \left[(1,5 - 1,7)^2 + (1,7 - 1,8)^2 + (1,8 - 2,0)^2 + (2,0 - 1,8)^2 + \dots + (1,9 - 1,8)^2 \right]$$

$$2\gamma(10) = \frac{1}{17} * 0,79 \Rightarrow \gamma(10) = 0,023$$

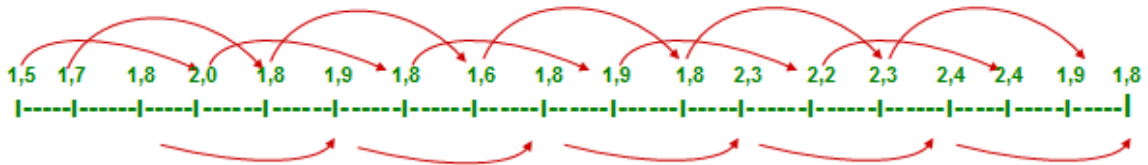
Yirmi metrelik aralıklar için



$$2\gamma(20) = \frac{1}{16} \left[(1,5 - 1,8)^2 + (1,7 - 2,0)^2 + (1,8 - 1,8)^2 + \dots + (2,0 - 1,9)^2 \right]$$

$$2\gamma(20) = \frac{1}{16} * 1,35 \Rightarrow \gamma(20) = 0,042$$

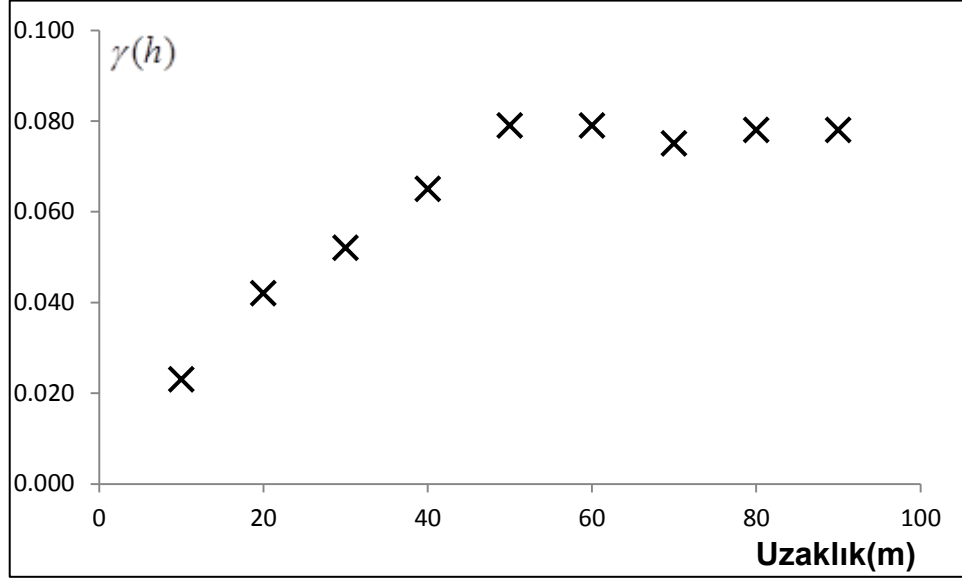
Otuz metrelik aralıklar için



$$2\gamma(30) = \frac{1}{15} \left[(1,5 - 2,0)^2 + (1,7 - 1,8)^2 + (1,8 - 1,9)^2 + \dots + (2,4 - 1,8)^2 \right]$$

$$2\gamma(30) = \frac{1}{15} * 1,57 \Rightarrow \gamma(30) = 0,052$$

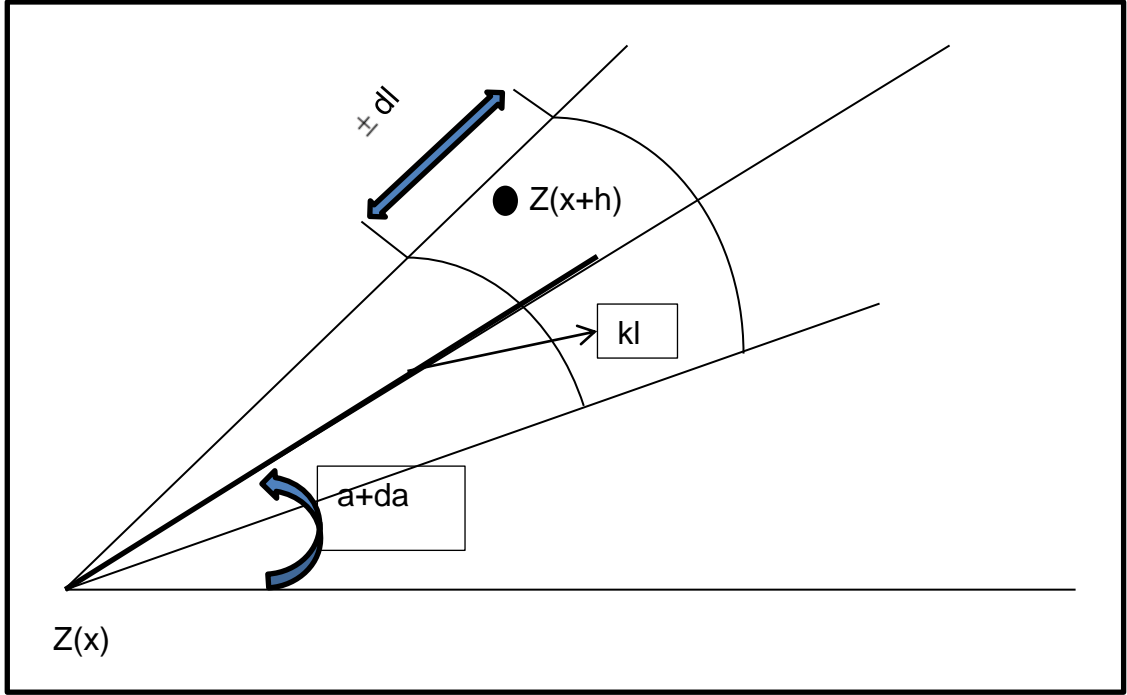
40 m, 50 m, 60 m, ve diğer uzaklıklardaki variogram değerleri; $\gamma(40)=0,065$, $\gamma(50)=0,079$, $\gamma(60)=0,075$, $\gamma(70)=0,075$, $\gamma(80)=0,078$, $\gamma(90)=0,078$ şeklinde hesaplanır. Hesaplanan kalınlık verilerinin variogramı Şekil 2.1'de sunulmuştur.



Şekil 2.1 Kalınlık verilerin variogramı

Düzensiz veri kümeleri için ise özel tekniklerin kullanılması gerekmektedir. Bunun için veriler, uzaklığa ve yöne göre tolerans açısı ve uzaklıkları içinde gruplandırılır.

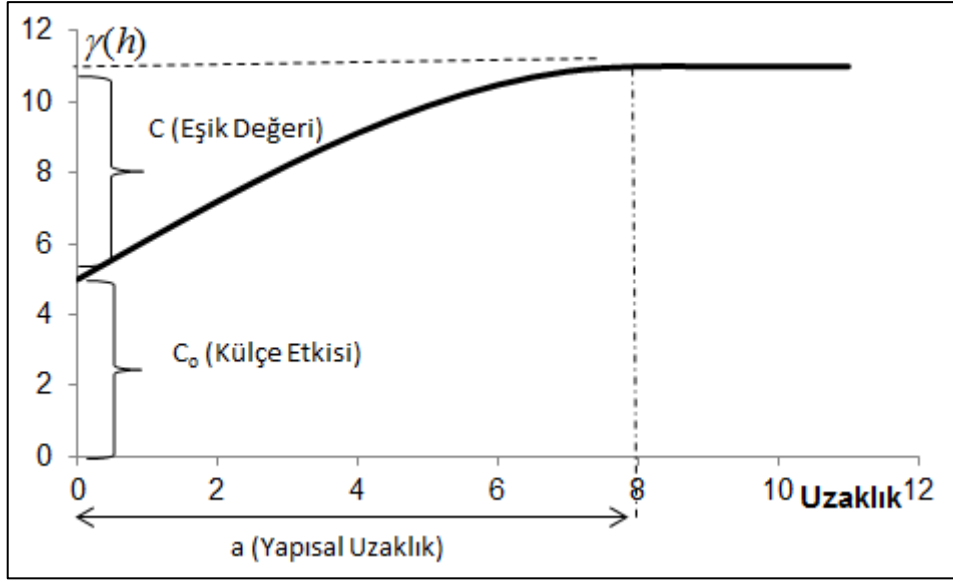
Açısı toleransı $a \pm da$ bir koni tanımlar, $kl \pm dl$ bu koni üzerinde bir sektör oluşturur (Şekil 2.2). Bu durumda $Z(x)$ ve $Z(x+h)$ veri çiftleri $\gamma(kl)$ nin hesaplanmasında kullanılır.



Şekil 2.2 Deneysel variogramın hesaplanmasında kullanılan tolerans açısı ve uzaklıkları

Açı ve uzaklık toleransları pratikte veri çiftlerini tanımlamak için gereklidir. Açısı ve uzaklık toleransları büyük olduğunda veri çift sayısı artar. Açısı toleransı $\pm 90^\circ$ olduğunda olanaklı bütün veri çiftleri deneysel variogram hesabında kullanılır ve bu tür variograma “omni directional ya da ortalama” deneysel variogram adı verilir (Tercan ve Saraç, 1998).

Kuramsal olarak variogram fonksiyonu sıfır uzaklığında sıfır değerini almalıdır [$\gamma(0)=0$]. Fakat mevcut en yakın örneklem aralığından daha kısa mesafede variogram hesaplanamadığı için ve örneklem analiz hatalarından dolayı variogram orijinde süreksizlik gösterir. Bu süreksizlik külçe etkisi (C_0) şeklinde ortaya çıkar (Şekil 2.3). Eşik değeri (C), variogramın en yüksek değerini gösterirken, yapısal uzaklık ise (a) noktalar arasındaki uzaklığa bağlı ilişkinin bittiği uzaklığı belirtir.



Şekil 2.3 Tipik bir variogram fonksiyonu

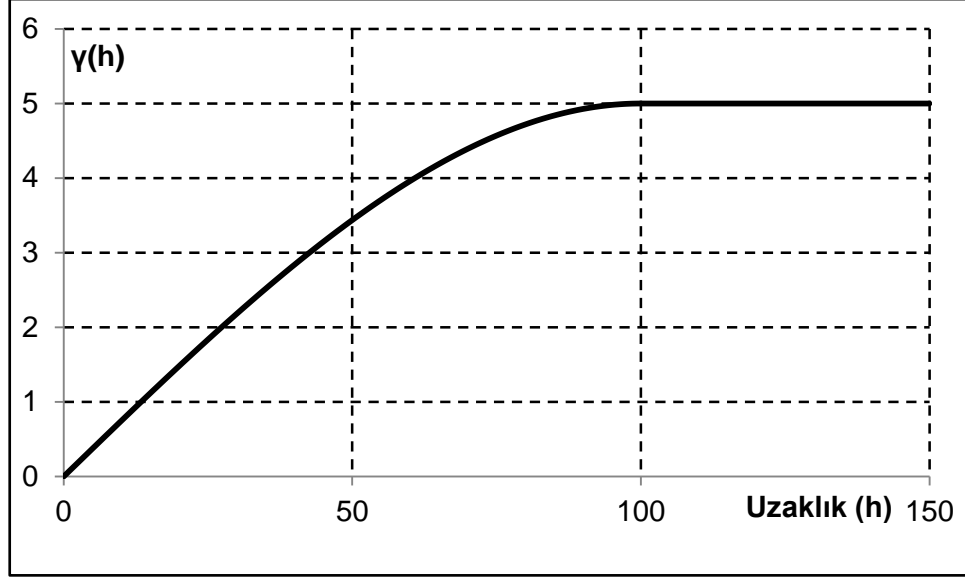
2.2 Variogram Modelleri

Doğada çok farklı yapısal ilişkiler gözlemlendiği için uzaklığa bağlı ilişkiyi modellemede birçok variogram fonksiyonu geliştirilmiştir. Bu fonksiyonlardan bazıları Küresel, Üssel, Gauss ve Külçe etkisi modelleridir (Matheron,1963) .

Küresel Model: Uygulamada en yaygın kullanılan ve eşik değeri belli olan variogram modelidir. Matematiksel olarak

$$\begin{aligned}
 \gamma(h) &= 0 & h &= 0 \\
 \gamma(h) &= C * \left[1.5 * \left(\frac{h}{a} \right) - 0.5 * \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] & h &\leq a \quad (2.6) \\
 \gamma(h) &= C & h &> a
 \end{aligned}$$

ile ifade edilir. Eşik değeri 5 ve yapısal uzaklığı 100 m olan küresel modele sahip variogram Şekil 2.4'de gösterilmiştir.



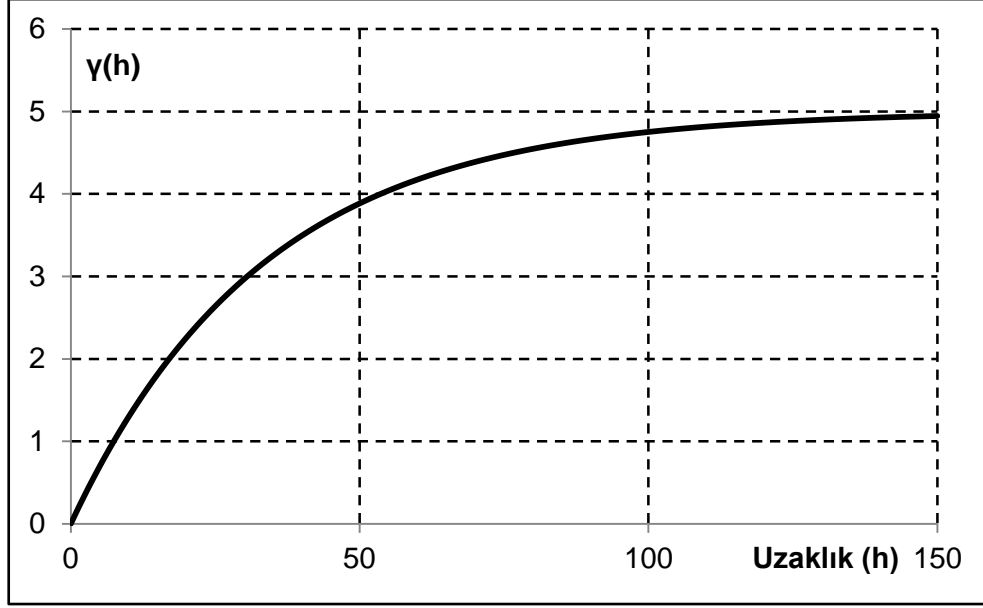
Şekil 2.4 Küresel modele sahip bir variogram

Üssel Model : Variogram fonksiyonu

$$\begin{aligned}
 \gamma(h) &= 0 & h &= 0 \\
 \gamma(h) &= C * (1 - e^{-(h/l)}) & h &< l \\
 \gamma(h) &= C & h &\geq l
 \end{aligned} \quad (2.7)$$

ile verilir. Variogram eşik değerine sonuşmaz (asymptotic) olarak yaklaştığı için yapısal uzaklık $a=3l$ şeklinde tanımlanır.

Eşik değeri 5 ve yapısal uzaklığı 100 m olan üssel modele sahip variogram şekil 2.5'de gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Üssel modele sahip bir variogram

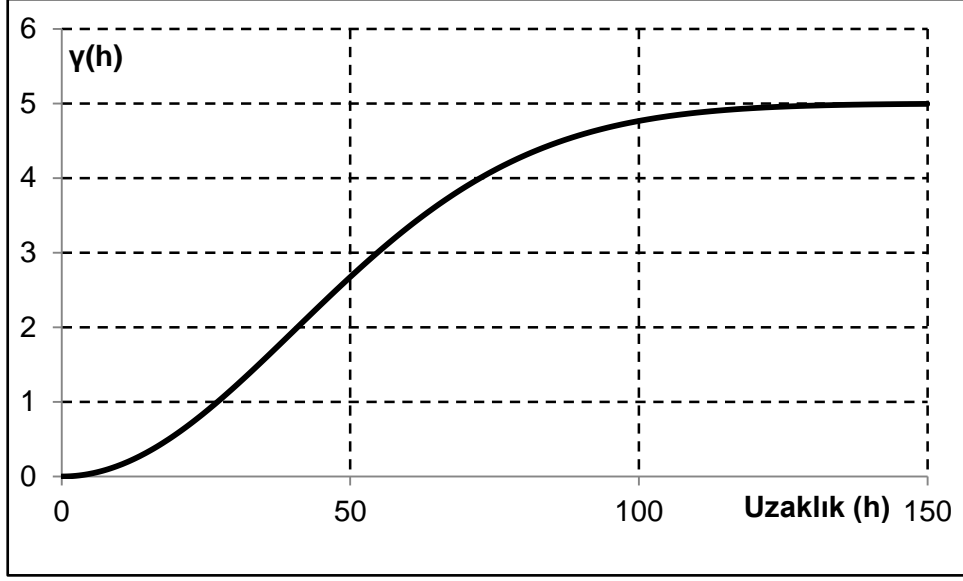
Gauss Modeli :

Fonksiyonun variogram modeli

$$\begin{aligned}
 \gamma(h) &= 0 & h &= 0 \\
 \gamma(h) &= C * \left(1 - e^{-\left(\frac{h}{l}\right)^2}\right) & h &< l \\
 \gamma(h) &= C & h &\geq l
 \end{aligned} \quad (2.8)$$

İle verilir. Variogram eşik değerine sonuşmaz olarak yaklaştığı için yapısal uzaklık $a=7l/4$ şeklinde tanımlanır.

Eşik değeri 5 ve yapısal uzaklığı 100m olan Gauss modele sahip variogram şekil 2.6' de gösterilmiştir.



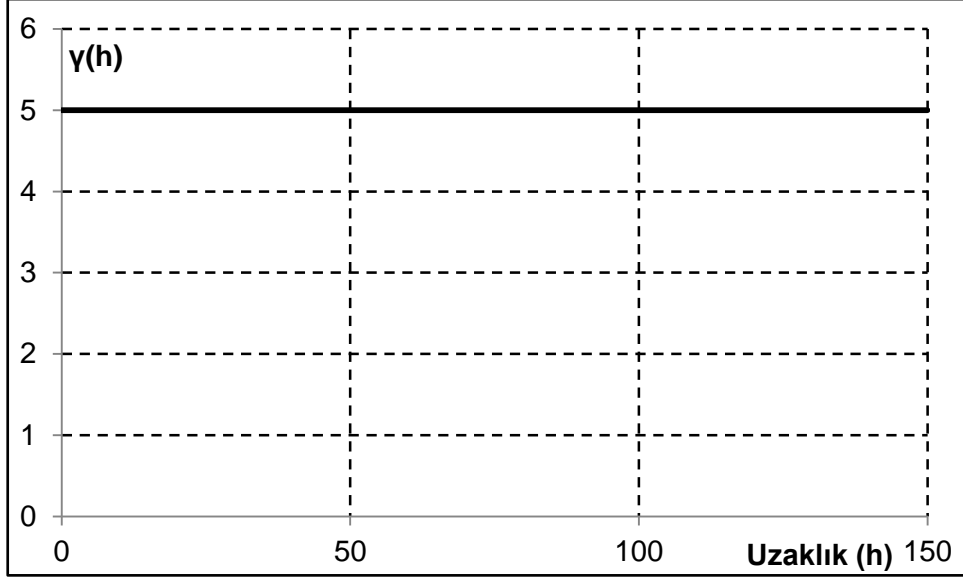
Şekil 2.6 Gauss modeline sahip bir variogram

Külçe Etki Modeli :

Külçe etkisi modeli bir lokasyondan diğerine ani olarak değişen bir bölgesel değişkenin davranışını temsil eder. Eşitlik 2.9'da gösterildiği gibi hesaplanır.

$$\begin{aligned} \gamma(h) &= 0 & h &= 0 \\ \gamma(h) &= C_0 & h &> 0 \end{aligned} \quad (2.9)$$

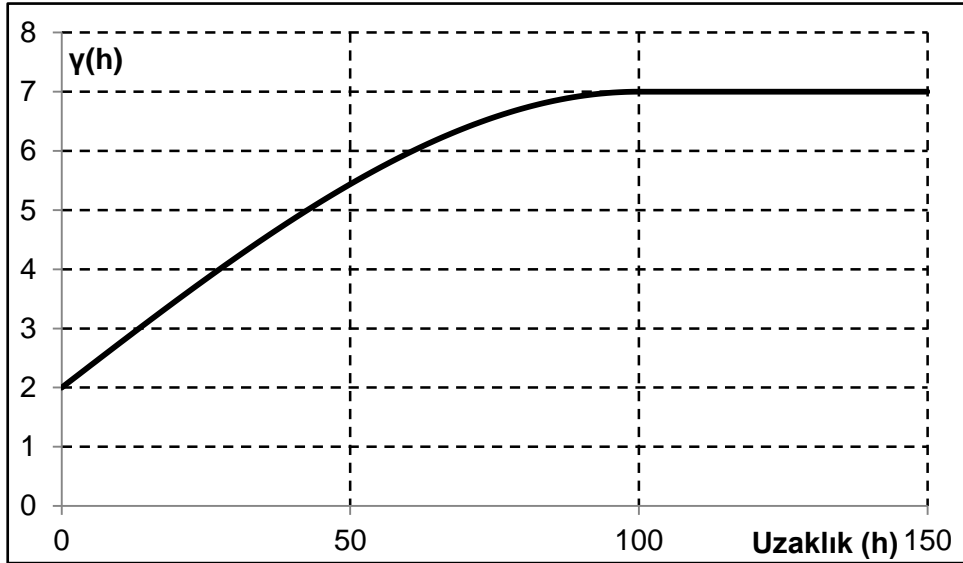
Eşik değeri 5 olan külçe etki modeline sahip bir variogram Şekil 2.7'de gösterilmiştir.



Şekil 2.7 Külçe etki modeli

Yuvalı Yapı Modeli:

Bazı durumlarda uzaklığa bağlı değişkenliği modellemede bir variogram modeli yeterli olmayabilir. Bu gibi durumlarda her biri belirli bir ölçekteki değişkenliği ifade eden variogramların toplamından ibaret olan yuvalı yapılar kullanılır. Külçe etkisi ve küresel modelin toplamından ibaret olan bir yuvalı yapı modeli Şekil 2.8'de gösterilmiştir. Bu model matematiksel olarak Eşitlik 2.10'da gösterildiği gibi ifade edilir.

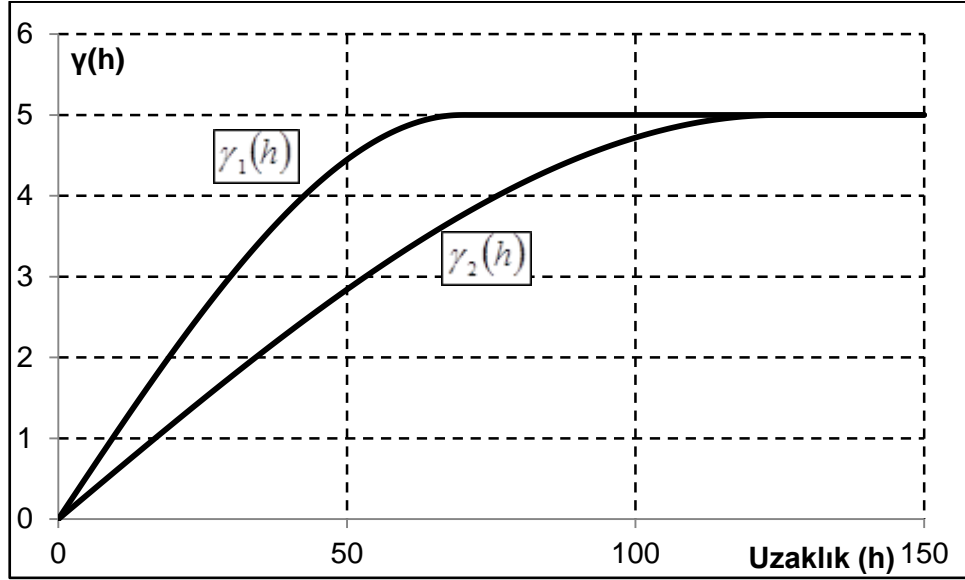


Şekil 2.8 Yuvalı yapıya sahip bir vaiogram

$$\begin{aligned}
\gamma(h) &= C_0 & h &= 0 \\
\gamma(h) &= C_0 + C * \left[1.5 * \left(\frac{h}{a} \right) - 0.5 * \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] & h &\leq a \quad (2.10) \\
\gamma(h) &= C_0 + C & h &> a
\end{aligned}$$

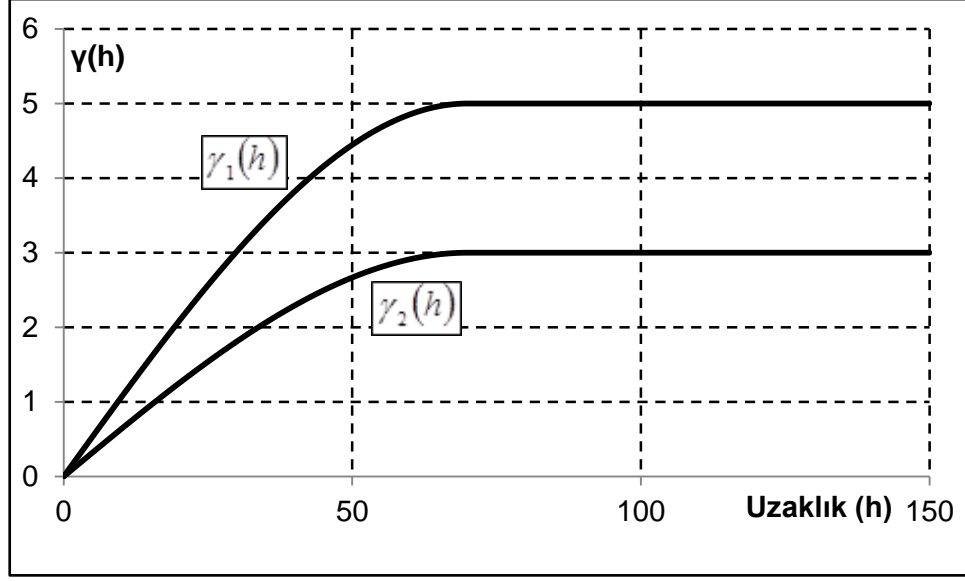
2.3 Anizotropi

Uzaklığa bağlı değişkenlik her yönde aynı olmak zorunda değildir. Eğer variogram farklı yönlerde farklı yapısal uzaklık gösteriyorsa bu durum geometrik anizotropi olarak adlandırılır. Şekil 2.9'de örnek bir geometrik anizotropi gösterilmiştir.



Şekil 2.9 Geometrik anizotropi

Bölge belirgin bir şekilde ayrılan farklı ortalamalara sahip zonlardan oluşabilir. Bu durumda varyans farklı yönlerde farklı değerlere ulaşır ve zonal anizotropi olarak nitelendirilir (Webster, 2007). Zonal anizotropik variogram modelleri Şekil 2.10'de gösterilmiştir.



Şekil 2.10 Zonal anizotropi

2.4 Krigleme (Kriging)

Variogram fonksiyonu, bölgesel değişkenin çeşitli özelliklerinin sayısal olarak belirlenmesi yanında örneklenmemiş noktalardaki bilinmeyen değerlerin kestirimi amacıyla da kullanılır. Matematiksel olarak bu işlem;

$$Z^*(x_0) = \sum \lambda_i z(x_i) \quad (2.11)$$

formunda ifade edilir. Eşitli 2.11'de $Z^*(x_0)$; x_0 noktasında bilinmeyen ancak kestirilen değeri, $Z(x_i)$; x_0 noktasının kestiriminde kullanılacak verileri ve λ_i ; bu verilere atanacak ağırlıkları ifade etmektedir. Normal olarak x_i , $i=1, \dots, n$ noktalarındaki değişkenin değerleri bellidir. Ancak bunlara verilecek ağırlıkları hesaplamak gereklidir. Jeostatistikte bu ağırlıklar, kestirim hatalarının ortalaması sıfır (yansızlık koşulu) ve varyansı en küçük (en küçük varyans koşulu) olacak şekilde belirlenir. Ağırlıkların bu koşullar altında belirlenmesi işlemine ortalamasız krigleme (ordinary kriging) adı verilir (Tercan, 2011). Bu iki koşulun matematiksel çözümü Eşitlik 2.12 ile gösterilen matris sistemine yol açar.

$$\begin{bmatrix} \gamma(x_1, x_1) & \gamma(x_1, x_2) & \cdots & \gamma(x_1, x_j) & 1 \\ \gamma(x_2, x_1) & \gamma(x_2, x_2) & \cdots & \gamma(x_2, x_j) & 1 \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots \\ \gamma(x_i, x_1) & \gamma(x_i, x_2) & \cdots & \gamma(x_i, x_j) & 1 \\ 1 & 1 & \cdots & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_i \\ m(x_0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma(x_1, x_0) \\ \gamma(x_2, x_0) \\ \vdots \\ \gamma(x_i, x_0) \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

Bu sistemde $\gamma(x_i, x_j)$; x_i ve x_j noktaları arasındaki variogram değerini, m ; lagrange çarpanı ve $\gamma(x_0, x_i)$ ise x_0 noktası ile x_i noktası arasındaki uzaklığa bağlı variogram değerini göstermektedir.

Kriglemenin ortalamaya bağlı olan bir yöntemi daha vardır. Ortalamalı krigleme (simple kriging) olarak bilinen bu yöntemde ağırlıklar, yansızlık koşulu olmadan Eşitlik (2.13) ile verilen matris sistemi çözümünden elde edilir.

$$\begin{bmatrix} \gamma(x_1, x_1) & \gamma(x_1, x_2) & \cdots & \gamma(x_1, x_j) \\ \gamma(x_2, x_1) & \gamma(x_2, x_2) & \cdots & \gamma(x_2, x_j) \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \gamma(x_i, x_1) & \gamma(x_i, x_2) & \cdots & \gamma(x_i, x_j) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma(x_1, x_0) \\ \gamma(x_2, x_0) \\ \vdots \\ \gamma(x_i, x_0) \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

2.5 Çapraz Doğrulama

Çapraz doğrulama tekniği, deneysel variogramlara uyarlanan modellerin doğruluğunu test etmek amacıyla uygulanır. Bu amaçla her seferinde veri kümesinden bir verinin uzaklaştırılması ve bunun geriye kalan veriler ile kestirilmesine dayanır. Bu işlem, bütün veri noktaları için tekrar edilir. Bu şekilde her bir nokta için gerçek ve kestirim değerleri belirlenmiş olur. Daha sonra gerçek ve kestirim değerleri arasındaki farkın (kestirim hatasının) istatistiği incelenir. Yanlış seçilmemiş bir model ve parametreleri için hataların ortalamasının sıfır, varyansının en küçük olması gerekmektedir. Bunlara ek olarak ortalama krigleme varyansı ve hataların varyansının birbirine yakın ve %95 nominal güven aralığının $\pm 1.96 \cdot \sigma$ sınırları içinde olması istenir. Bu tez çalışmasında uyarlanan variogram modellerinin doğruluğunun kontrolü için çapraz doğrulama tekniği kullanılmıştır.

2.6 Jeostatistiksel Kestirim ve Benzetim

Krigleme tekniğinin bir özelliği yüksek değerlerin düşük, düşük değerlerin ise yüksek kestirilmesidir. Diğer bir ifade ile krigleme tekniği yumuşatılmış değerler üretir. Kestirilen değerlerin varyansı yumuşatmadan dolayı gerçek değerlerin varyansından daha düşüktür. Bu, krigleme işleminin doğal bir sonucudur.

Örneklememiş bir noktanın kestirimi yanında belirli bir sınır değerden düşük ya da yüksek olma olasılıklarına da gereksinim duyulabilir. Bu tür olasılıkların hesaplanmasında kestirilmiş değerlerin kullanılması yanıltıcı sonuçlara yol açabilir. Böyle durumlarda mevcut veriler gibi aynı histogram ve aynı variograma sahip olan verilerin kullanılması gerekir. Jeostatistiksel benzetimin amacı da mevcut veriler ile aynı histograma ve aynı variograma sahip veri üretmektir.

Literatürde bir çok jeostatistiksel benzetim yöntemi geliştirilmiştir. Bunlar arasında ardışık benzetim (sequential simulation) en sık kullanılan yöntemler arasındadır. Ardışık benzetim yöntemi kendi içinde ardışık Gauss benzetimi (Journel, 1993; Goovaerts, 1997), ardışık indikatör benzetim (Journel 1983, Goovaerts, 1997; Chiles ve Delfiner, 1999) ve doğrudan ardışık benzetim (Journel, 1994; Deutsch, 1996; Bourgault, 1997; Remy vd., 2010) gibi yöntemlere ayrılmıştır. Ardışık Gauss benzetimi, göreceli olarak kolay uygulanabilir bir yöntem olup verilerin normal dağılmış değerlere dönüştürülmesini gerektirir. Ardışık indikatör benzetim ise ham verilerin sınır değere göre 0 ya da 1 şeklinde kodlanmasına dayanıp, çok sayıda variogram modelleme ve kestirim işlemi gerektirir. İndikatör benzetim bu çalışmada dikkate alınmamıştır. Bu tez çalışmasında benzetimi yapılan alan (Tersiyer sahalar) dağınık bir yapı göstermektedir. Bu yapı içinde ardışık Gauss benzetimi yöntemi denenmiş ancak iyi sonuçlar üretememiştir. Bu nedenle benzetim amacıyla tez çalışmasında doğrudan ardışık benzetim yöntemi kullanılmıştır.

2.7 Doğrudan Ardışık Benzetim (Direct Sequential Simulation)

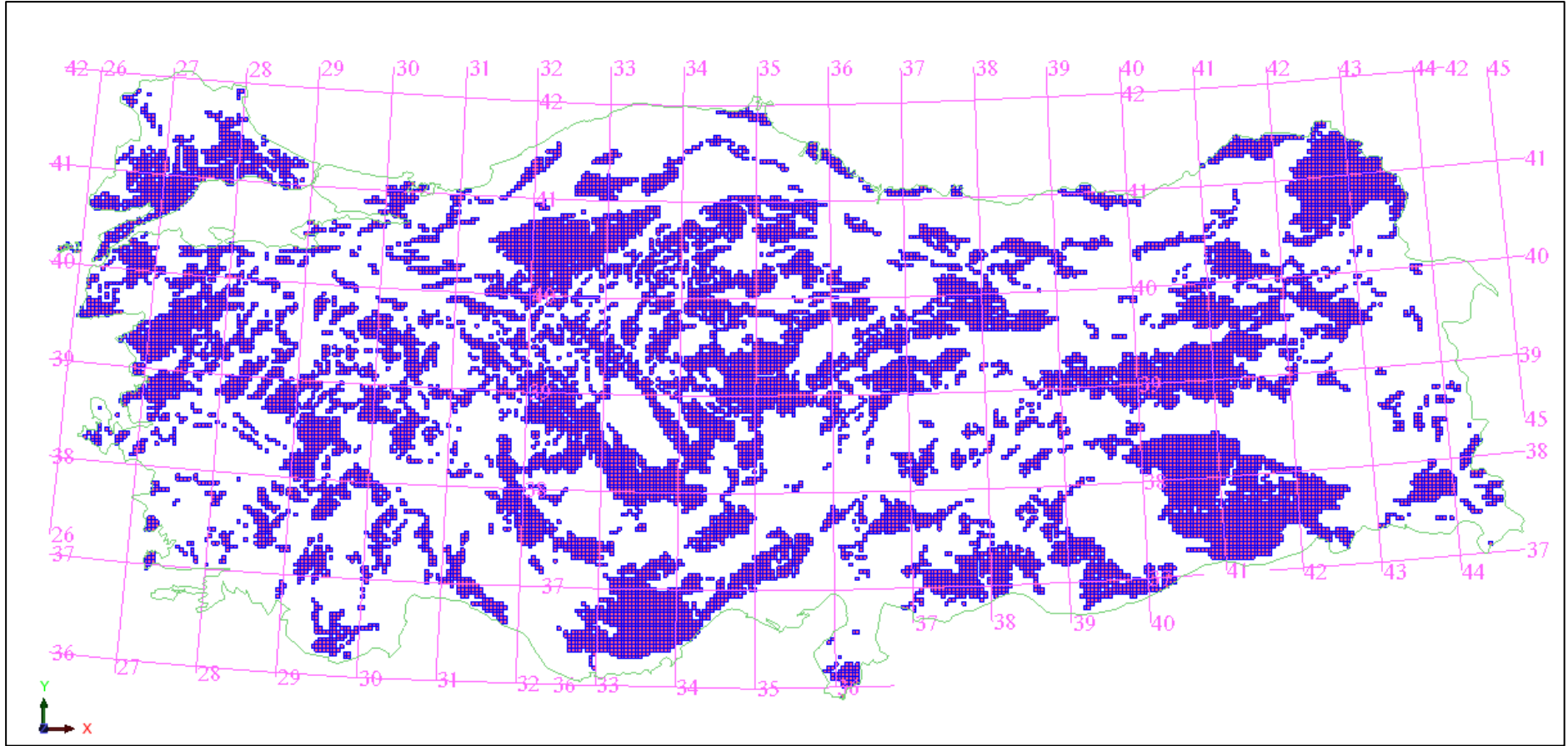
Bir sahanın doğrudan ardışık benzetim yöntemi ile benzetimi için aşağıda sıralanan adımların izlenmesi gerekir:

- 1-) Benzetimi yapılacak olan noktalar (grid oluşturma) belirlenir.
- 2-) Tüm bu noktaları rastlantısal bir şekilde tarayacak olan bir hat (path) oluşturulur.
- 3-) Bir nceki aşamada oluşturulan hatdaki noktanın benzetimi için gerekli olan ham verileri ve eğer var ise önceden yapılmış olan benzetim değerlerini içeren ve tarama elipsoidi içinde kalan tüm veriler ayıklanır.
- 4) Ortalamalı krigleme ile benzetimi yapılacak olan nokta kestirilir ve kestirim değeri ve krigleme varyansı hesaplanır.
- 5-) Kestirim değeri ve hata varyansları kullanılarak tüm noktalar için lokal koşullu olasılık dağılım fonksiyonu belirlenir.
- 6-) Koşullu olasılık dağılım fonksiyonundan bir veri çekilir ve veri, benzetim sonucu olarak veri kümesine eklenir.
- 7-) Aşama 3 ve 6 arasındaki tüm basamaklar 2.nci adımda belirlenen hatdaki tüm noktalar için tekrarlanır.

3. TÜRKİYE TERSİYER SAHALARI VE KÖMÜR VERİLERİ

Ülkemizde linyit ve alt bitümlü kömürleri birkaç istisna dışında Tersiyer dönemde oluşmuştur. Kömürlerimiz, günümüze değin yapılan incelemelerde kömürleşme derecesine bakılmaksızın genel bir yaklaşımla linyit olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın dayandırıldığı veri kümesindeki kömürlerin tümünün linyit olmadığı bir bölümünün alt bitümlü kömür tanımına giren kömürleşme derecesine sahip olduğu Tuncalı vd. (2002) tarafından belirtilmiştir.

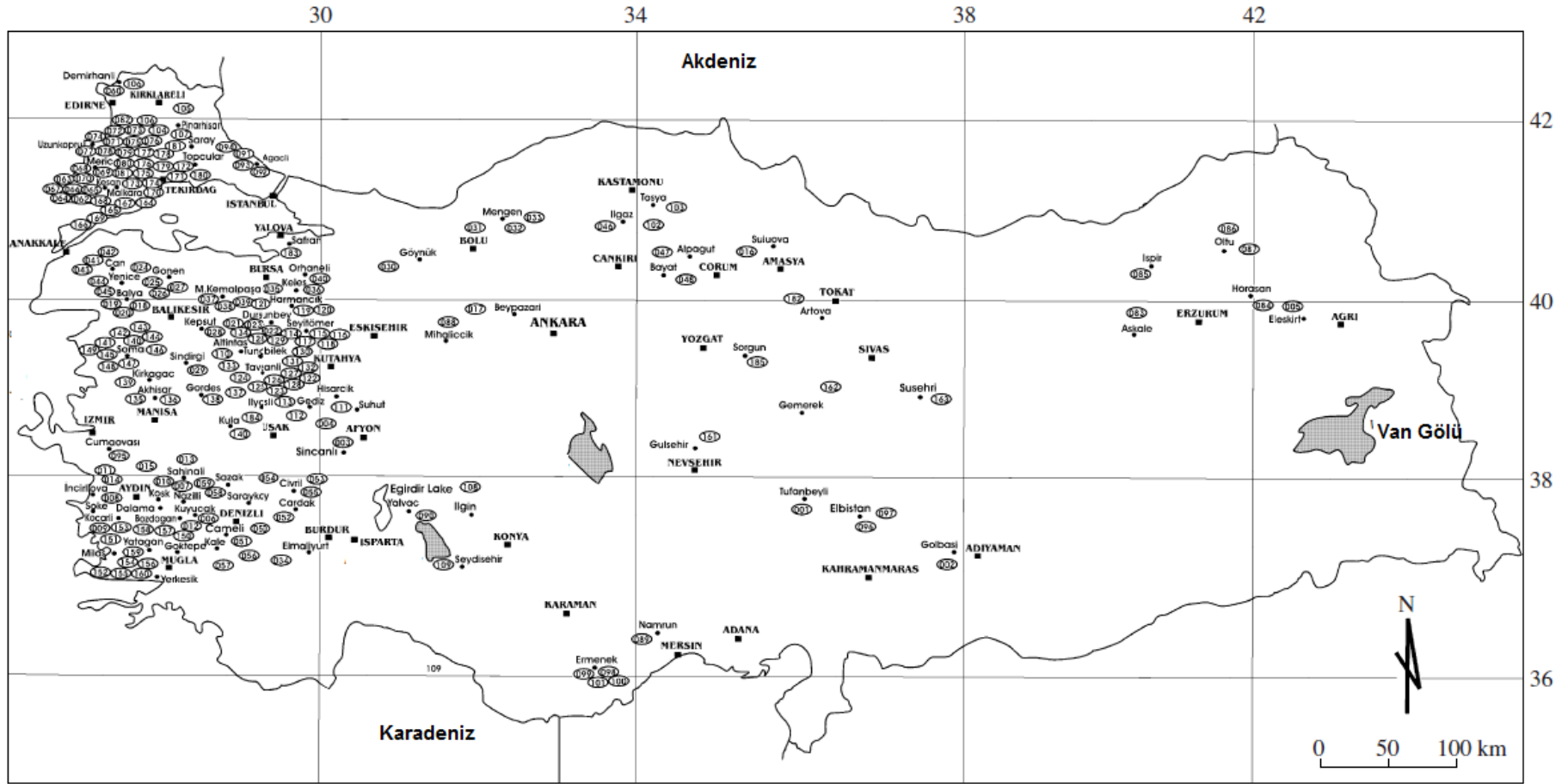
Bu çalışmada sadece karasal Tersiyer alanlar dikkate alınmıştır. Bu amaçla Bingöl vd. (1989) tarafından hazırlanan Türkiye Jeoloji Haritası kullanılmıştır (Şekil 3.1). Jeostatistiksel kestirim ve benzetim SURPAC ve SGeMS programları ile yapılmıştır. Dolayısıyla çalışmaya konu olan Tersiyer sahaların uygun formatlarda dijital ortama aktarılması gerekmektedir. Herhangi bir haritayı SURPAC ortamına aktarmak için, çözünürlüğü yüksek bir tarayıcı ile taranmış bir haritaya ve bu haritada koordinatları belli olan noktaların, harita üzerindeki hangi pixellere karşılık geldiği bilgisine ihtiyaç vardır. Bu amaç ile Bingöl vd. (1989) tarafından hazırlanan harita tarama esnasında oluşabilecek muhtemel kaymaları en az indirebilmek amacı ile yüksek çözünürlüklü tarayıcı ile birkaç defa taranmıştır. Taramalardan en uygun olanı SURPAC ortamında gerçek koordinatlarına oturtulmak için seçilmiştir. Taranan haritanın köşe koordinatları ve bu koordinatlara karşılık gelen pixeller belirlenmiştir. Bu bilgiler haritayı SURPAC ortamına aktarmada kullanılmıştır. SURPAC ortamına aktarılan harita gerçek boyutlarına sahip olmalıdır. Dolayısı ile aktarımın doğruluğunun kontrolü yapılmalıdır. Bunun için Google Earth programı ile karşılaştırma yapılmıştır. Karşılaştırma için Türkiye'nin en uç noktaları arasındaki mesafeler ölçülmüştür. Sonuç olarak aktarımın başarı ile yapıldığı gözlemlenmiştir. Sonrasında sadece karasal Tersiyer alanların tek tek sınırları SURPAC'da var olan 'string' mantığı ile çevrelenmiş ve sonuç olarak karasal Tersiyer alanlar SURPAC ortamına aktarılmıştır. Oluşturulan harita Şekil 3.2'de sunulmuştur.



Şekil 3.2 SURPAC programına aktarılmış olan karasal Tersiyer alanlar

Türkiye'deki Tersiyer havzaların önemli bir kısmını yedi grup altında toplamak mümkündür. Yay ile ilgili havzalar, ön ülke havzaları, epiorojenik havzalar, ova havzalar, dağ arası havzalar, yanal atımlı fay havzaları ve grabenler. Yay ile ilgili olan havzalar ile ön ülke havzaları Neo-Tetis okyanusunun kapanmasına bağlı olarak meydana gelmiş paleotektonik havzalardır. Bunlar özellikle İç Anadolu Bölgesi'nde yaygındır. Kretase orta Eosen döneminde varlıklarını sürdürmüş olup geç Eosen-Oligosen'de de epiorojenik havzalar tarafından üzerlenmişlerdir. Daha sonra bunların da üzerine Miyosen'den itibaren neotektonik ova havzaları gelmiştir. Trakya ve Güneydoğu Anadolu bölgesindeki yay ve ön ülke havzalarının jeolojik evrimi nispeten farklıdır. Diğer neotektonik havzalar, örneğin dağarası havzalar, yanal atımlı fay havzaları ve grabenler, İç Anadolu dışındaki bölgeler için daha karakteristiktir. Dağarası havzalar İç Anadolu'da, yanal atımlı fay havzaları Kuzey ve Doğu Anadolu Fay zonlarında, Grabenler ise Batı Anadolu'da gelişmişlerdir (Görür, 1996).

Veriler, Tuncalı vd. (2002) tarafından başta büyük yataklar olmak üzere kamu ve özel sektöre ait 187 adet kömür sahasından alınan örneklerden üretilmiştir. Arazi çalışmalarında, örnekler her yataktan oluk numunesi olarak derlenmiştir. Kalın damarların (4 m ve üzeri) bulunduğu yataklardan 2 veya 3 m'de bir derlenen örnekler ağırlıklarına göre karıştırılarak kompoze örnekler hazırlanmış ve yazılacak analizlere göre çeyrekleme yöntemi ile ayrılarak laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Derlenen örnekler üzerinden birçok analiz yapılmıştır. Bu analizlerden AID, kül ve neme ait olan analizler kullanılmıştır. Bu çalışmaya konu olan örneklerin alındığı konumlar Şekil 3.3'de sunulmuştur. İncelenen kalite değişkenlerinden AID, kül ve neme ait enlem, boylam ve analiz ayrıntıları Ek-1'de örneklerin alındığı bölgelerin isim bilgilerini içeren ayrıntılar ise Ek-2'de verilmiştir.



Şekil 3.3 Çalışmaya konu olan verilere ait konumlar

3.1 Özet İstatistikler

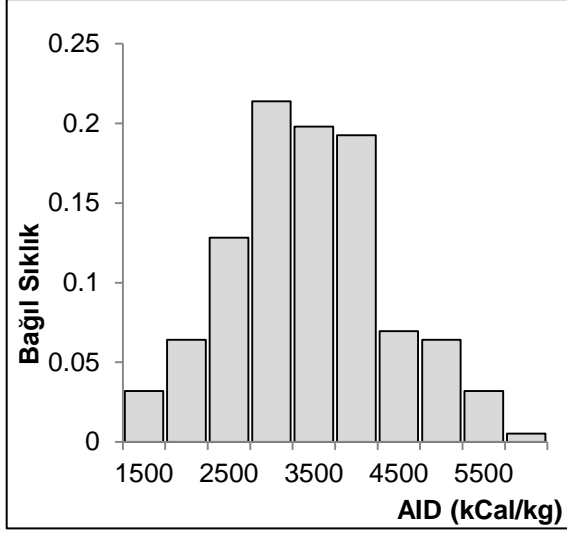
Özet istatistikler veri sayısı, en küçük değer, en büyük değer, ortalama, ortanca, standart sapma, standart hata, çarpıklık, basıklık, toplam ve varyans bilgilerini içermektedir. AID, kül ve nem değerlerine ait özet istatistikler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Değişkenlere ait özet istatistikler

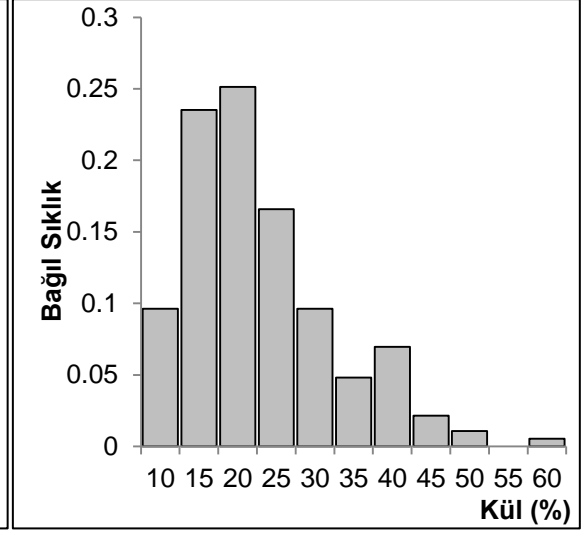
| | AID | Kül | Nem |
|-------------|------------|---------|---------|
| Veri sayısı | 187 | 187 | 187 |
| En Küçük | 1185,00 | 5,21 | 1,20 |
| En Büyük | 5574,00 | 56,09 | 57,66 |
| Ortalama | 3186,47 | 20,39 | 25,45 |
| Ortanca | 3103,00 | 18,42 | 24,49 |
| Std. Sapma | 921,87 | 9,56 | 11,20 |
| Çarpıklık | 0,30 | 0,99 | 0,19 |
| Basıklık | -0,21 | 0,79 | -0,31 |
| Toplam | 595.870,00 | 3812,40 | 4759,73 |
| Varyans | 849.848,30 | 91,30 | 125,54 |

3.2 Bağlı Sıklık Dağılımları

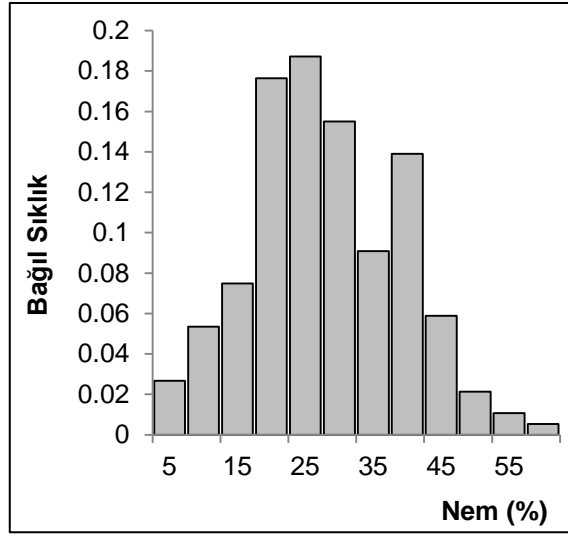
Kömür kalite değişkenlerinden AID, kül ve neme ilişkin bağlı sıklık dağılımları sırasıyla Şekil 3.4, Şekil 3.5 ve Şekil 3.6’de sunulmuştur. AID’e ilişkin bağlı sıklık ortalama etrafında kümelenmiş ve yaklaşık olarak normal dağılım görüntüsü vermektedir. Kül, birkaç çok yüksek veri içermekte ancak, genelde düşük veriler etrafında kümelenmektedir. Kül sağa çarpık (positively skewed) yapıya sahiptir. Nem ise AID gibi ortalama etrafında kümelenmekte ve yaklaşık olarak normal dağılım göstermektedir.



Şekil 3.4 AID bağıl sıklık dağılımı



Şekil 3.5 Kül bağıl sıklık dağılımı

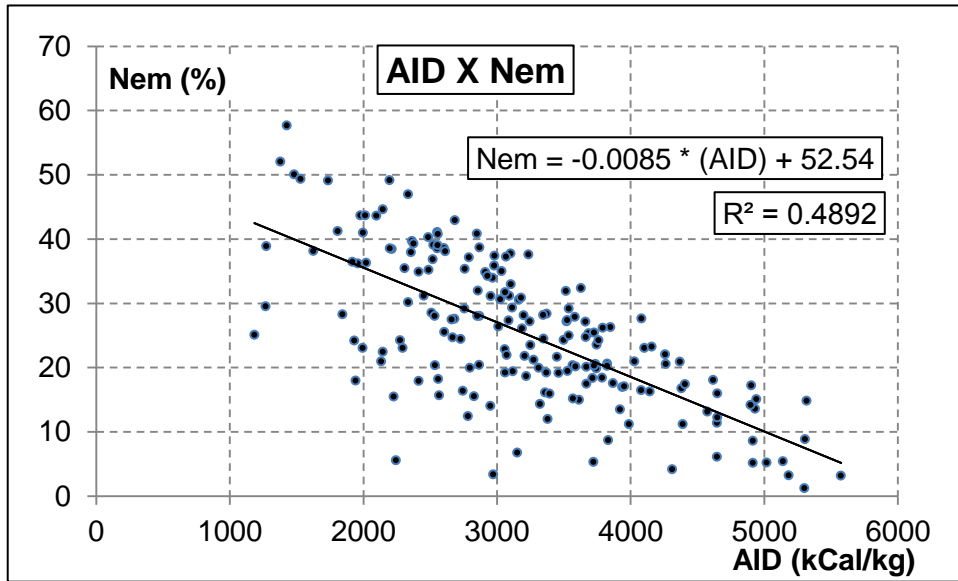


Şekil 3.6 Nem bağıl sıklık dağılımı

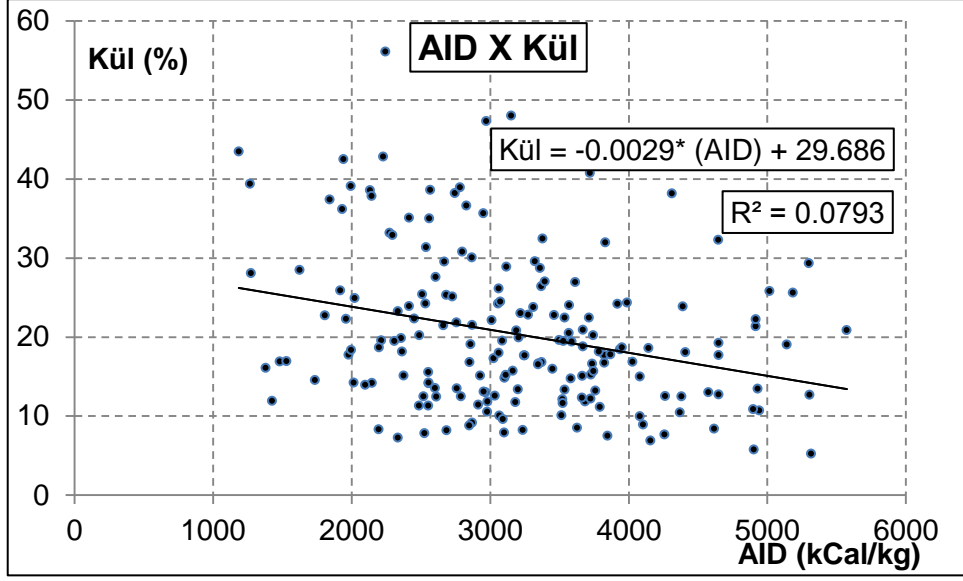
3.3 Saçılma Diyagramları ve Doğrusal Regresyon Analizi

Saçılma diyagramı, iki değişken arasındaki ilişkiyi grafiksel olarak ortaya koyan araçlardır. Saçılma diyagramlarında yatay eksen x, dikey eksen y olmak üzere (x,y), aynı konuma sahip ikili örnek verilerinin işaretlenmesi ile oluşturulur. Doğrusal regresyon ise iki değişken arasındaki ilişkiyi ölçmek için kullanılan analiz yöntemidir. Doğrusal regresyon analizinde değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi fonksiyonel olarak açıklamak ve bir model ile tanımlayabilmek amaçlanır.

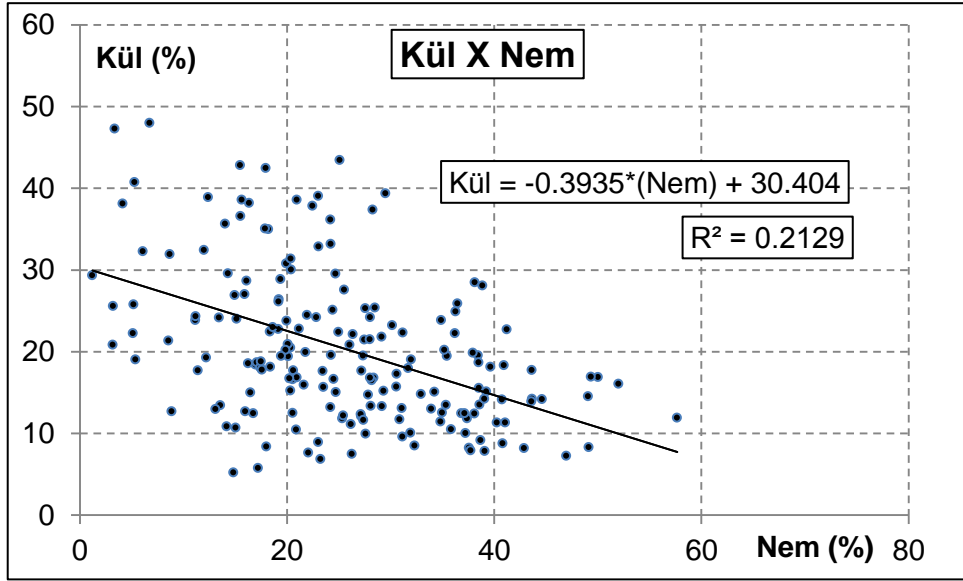
Bu çalışmada, nem, kül ve AID arasında saçılma diyagramları çizilmiş ve yine aynı değişkenler arasında doğrusal regresyon analizi yapılarak değişkenler arasındaki ilişki fonksiyonel olarak ifade edilmiştir. AID X nem saçılma diyagramı Şekil 3.6, AID X kül saçılma diyagramı Şekil 3.7 ve kül X nem saçılma diyagramı Şekil 3.8'de sunulmuştur.



Şekil 3.7 AID X nem saçılma diyagramı ve doğrusal regresyon analizi



Şekil 3.8 AID X kül saçılma diyagramı ve doğrusal regresyon analizi



Şekil 3.9 Kül X nem saçılma diyagramı ve doğrusal regresyon analizi

Yapılan değişik lokal çalışmalarda (Ünver vd. 2010(a); 2010(b), Tercan vd. (2008), Tercan vd. (2009)) AID ve kül arasındaki ters ilişkinin daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmada ise AID ve kül arasında yine ters bir ilişki vardır ancak

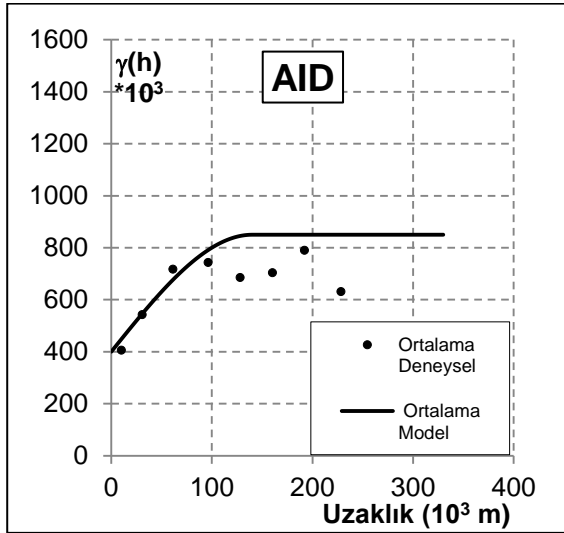
ilişki beklendiği kadar yüksek değildir. Bunun muhtemel sebebi toplanan verilerin tüm yatağı temsil edecek şekilde alınmamış olmasından kaynaklanabilir. AID ve nem arasında beklendiği gibi ters ilişki vardır. Fakat bu ilişki AID'in kül ile arasındaki ilişkiden daha güçlüdür. Bu beklenen bir durum değildir. Kömür içindeki nem ve kül miktarının AID ile ilişkisinin birbirine benzer olması beklenir. Kül ve nem arasında ise ters bir ilişki vardır. Bu beklenen bir durumdur, ancak kül analizlerinin muhtemel veri toplama probleminden dolayı dikkatle incelenmesi gerekmektedir.

4. TÜRKİYE TERSİYER SAHALARIN JEOİSTATİSTİKSEL KESTİRİMİ VE BENZETİMİ

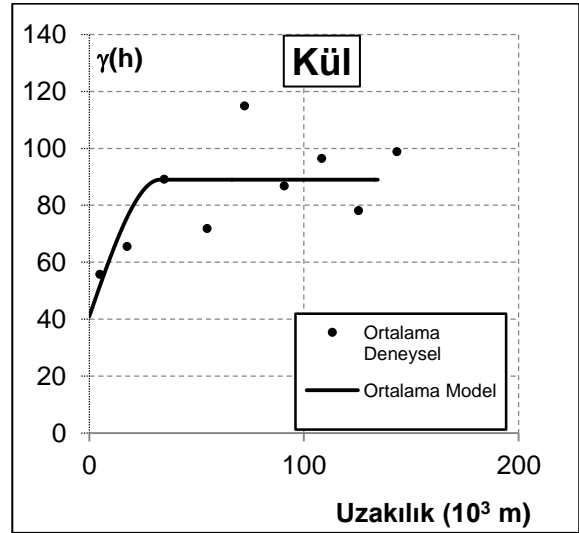
Kestirim ve benzetimin ilk adımı değişkenlerin variogram analizidir. Bu amaç doğrultusunda deneysel variogramlar hesaplanmış ve daha sonra bunlar modellenmiştir.

4.1 Variogram Analizi

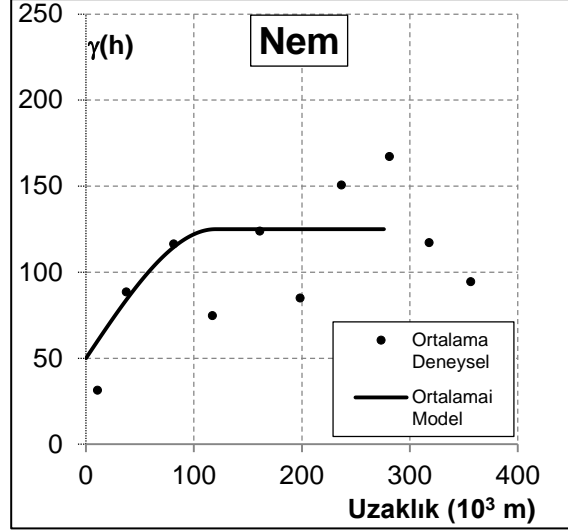
AID, nem ve kül değerlerine ait deneysel variogram değerleri ve bunlara uyarlanan modeller sırası ile Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de verilmiştir. Deneysel variogram değerleri ham verilerden hesaplanmıştır. Variogramlar farklı yönlerde hesaplanmış ancak belirgin bir anizotropi ile karşılaşılmamıştır. Bu nedenle modelleme amacıyla ortalama (omni-directional) variogram dikkate alınmıştır. Variogramların hesaplanması ve modellenmesinde SURPAC programı kullanılmıştır.



Şekil 4.1 AID variogram modelleri



Şekil 4.2 Kül variogram modelleri



Şekil 4.3 Nem variogram modelleri

AID, kül ve nem değişkenlerine ait uyarlanan model ve parametreler, Çizelge 4.1'de sunulmuştur. İncelenen tüm değişkenlerde uyarlanan modeli bir adet külçe etkisi bir adet de küresel yapı olmak üzere yuvalı yapıdan oluşmaktadır.

Çizelge 4.1 Uyarlanan modellere ait parametreler

| Değişken | C_0 | C_1 | a (m) | Model Türü |
|----------|---------|---------|---------|------------|
| AID | 400.000 | 450.000 | 140.000 | Küresel |
| Kül | 41 | 48 | 33.000 | Küresel |
| Nem | 50 | 75 | 120.000 | Küresel |

AID, kül ve nem variogram modelleri için $C_0/(C_1+C_0)$ oranı sırası ile 0,47, 0,46 ve 0,4 olarak hesaplanmıştır. C_0 değeri en yakın örnekleme mesafesinden daha kısa mesafedeki belirsizliği ve ölçümde yapılan hataları temsil ettiği için $C_0/(C_1+C_0)$ oranının jeostatistiksel kestirimde 0,5'den düşük olması istenen bir durumdur (Clark ve Harper, 2000). Yapılan analizlerde modellerin bu ölçüte uyduğu görülmektedir.

Tersiyer sınırlar içerisindeki kömürler AID açısından çevresindeki 140 km'lik bir alanda etki göstermektedirler. Örneğin Ankara'daki kömürlerin Eskişehir'deki kömürler ile ilişkisi var iken bu ilişki Kütahya bölgesinde kaybolmaktadır; benzer bir durum nem için de geçerlidir. Külde ise örneklerin ilişkili olduğu uzaklık daha kısadır.

4.2 Çapraz Doğrulama

Variogram model ve parametrelerinin doğruluğunun kontrolü için çapraz doğrulama tekniği kullanılmıştır. Deneysel variogram değerlerinden yararlanılarak Tüm değişkenler için farklı modeller uyarlanmıştır ve çapraz doğrulama ile modellerin uygunluğu araştırılmıştır. İlk variogram uyarlamasında kullanılan variogram parametreleri $C_{0aid}=225.000$, $C_{aid}=625.000$, $a_{aid}=77.000$, $C_{0kül}=44$, $C_{kül}=48$, $a_{kül}=50.000$, $C_{0nem}=25$, $C_{nem}=50$, $a_{nem}=100.000$ olarak belirlenen ilk modele ilişkin çapraz doğrulama sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Uyarlanan ilk modele ilişkin çapraz doğrulama sonuçları

| | AID | Kül | Nem |
|---|------------|------------|------------|
| Veri Sayısı | 187 | 187 | 187 |
| Ortalama Hata | 29 | 0,07 | -0,21 |
| Hata Standart Sapmasının Ortalaması | 833 | 9,51 | 8,81 |
| Kriging Standart Sapmasının Ortalaması | 699 | 8,57 | 6,99 |
| 2 Standart Sapma İçindeki Hata Yüzdesi | 90,37 | 91,98 | 89,30 |

Uyarlanan ikinci modele ilişkin variogram parametreleri $C_{0aid}=225.000$, $C_{aid}=625.000$, $a_{aid}=77.000$, $C_{0kül}=52$, $C_{kül}=39$, $a_{kül}=55.000$, $C_{0nem}=25$, $C_{nem}=50$, $a_{nem}=100.000$ olarak belirlenen ilk modele ilişkin çapraz doğrulama sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Uyarlanan ikinci modele ilişkin çapraz doğrulama sonuçları

| | AID | Kül | Nem |
|---|------------|------------|------------|
| Veri Sayısı | 187 | 187 | 187 |
| Ortalama Hata | 28 | 0,24 | -0,31 |
| Hata Standart Sapmasının Ortalaması | 836 | 9,60 | 8,61 |
| Kriging Standart Sapmasının Ortalaması | 717 | 8,69 | 7,76 |
| 2 Standart Sapma İçindeki Hata Yüzdesi | 91,44 | 92,51 | 93,58 |

Uyarlanan üçüncü ve son modele ilişkin parametreler ise Bölüm 4.1’de verilmiştir Buna göre Çapraz doğrulama sonuçları Çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 Uyarlanan üçüncü modele ilişkin çapraz doğrulama sonuçları

| | AID | Kül | Nem |
|---|------------|------------|------------|
| Veri Sayısı | 187 | 187 | 187 |
| Ortalama Hata | 28 | 0,22 | 0,41 |
| Hata Standart Sapmasının Ortalaması | 811 | 9,44 | 7,48 |
| Kriging Standart Sapmasının Ortalaması | 770 | 8,43 | 8,80 |
| 2 Standart Sapma İçindeki Hata Yüzdesi | 93,48 | 94,74 | 96,70 |

Yukarıda gözlemlenen sonuçlar çerçevesinde uyarlanan üçüncü modelin en uygun model olduğu gözlemlenmiştir.

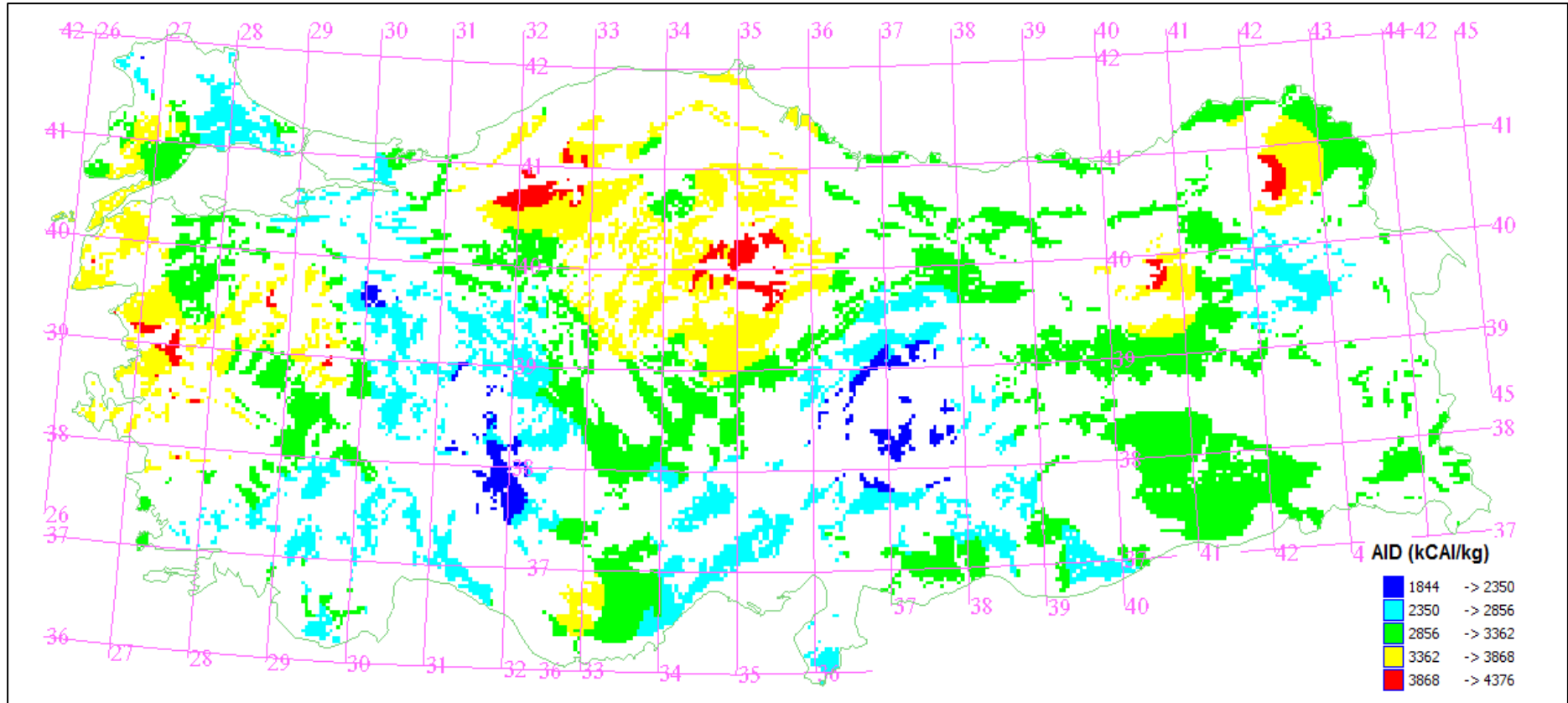
4.3 Değişkenlerin Kestirimi

Tersiyer sahalar 4000m X 4000m büyüklüğünde 15445 adet bloğa bölünmüş ve her bir bloğun ortalama değeri ortalamasız krigleme yöntemi ile kestirilmiştir. Bir bloğun kestirilebilmesi için en az 3, en çok 16 örnek kullanılmıştır. Kestirim için kullanılan variogram parametreleri Bölüm 4.1'de verilmiştir. Kestirim amacıyla SURPAC programı kullanılmıştır. Kestirim haritaları AID için Şekil 4.4, nem için Şekil 4.5, kül için Şekil 4.6'da sunulmuştur.

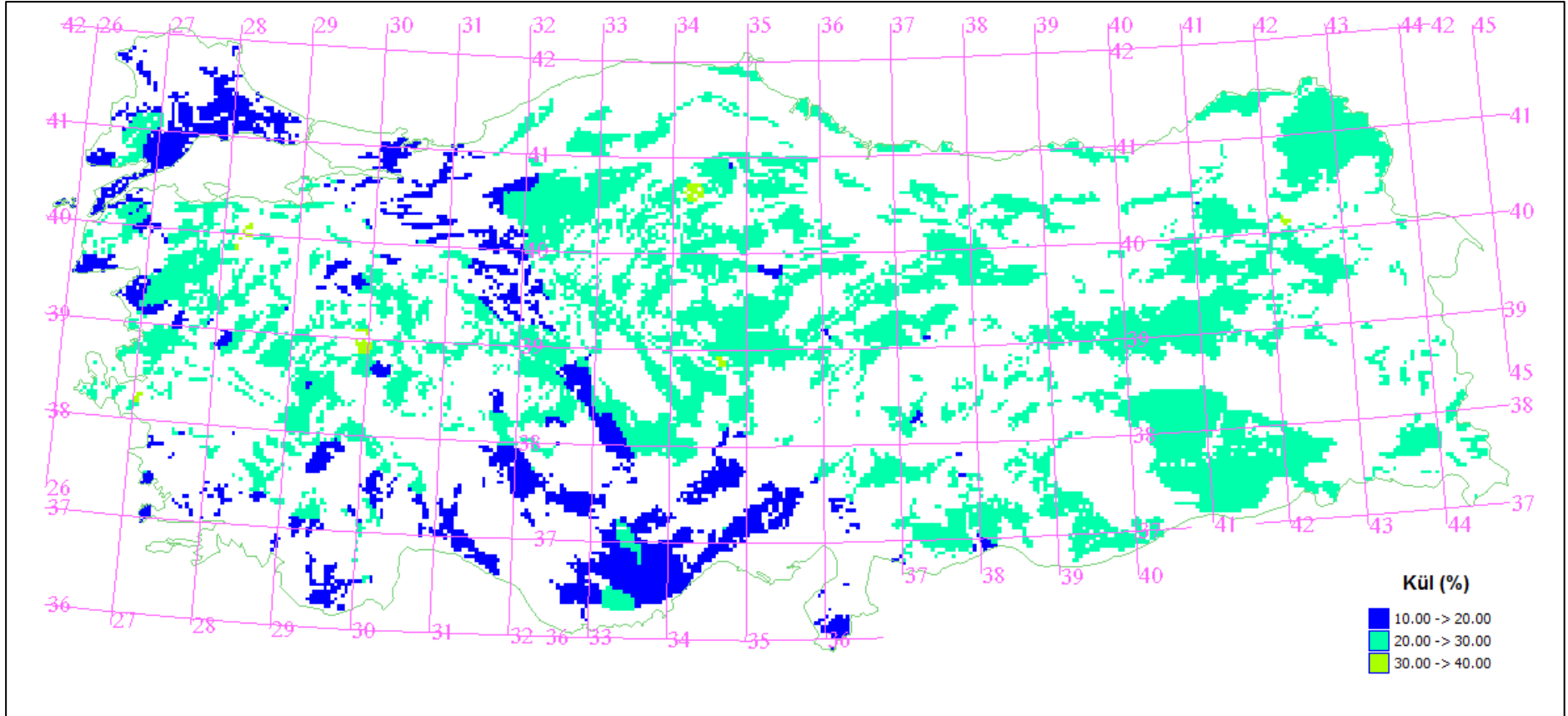
Kestirim sonuçlarına göre, İç Anadolu'da Bolu bölgesindeki ve Soma bölgesindeki kömürlerin Türkiye Tersiyer Sınırlar içindeki kömürlere göre en yüksek ısıl değere sahip oldukları gözlemlenmiştir. Buna karşılık Konya ve Sivas civarındaki sahaların ısıl değerleri düşüktür.

Kül dağılımı ise Türkiye genelinde % 20 ile % 30 arasında değişmektedir. Trakya bölgesindeki ve Mersin civarındaki sahaların düşük kül içeriğine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

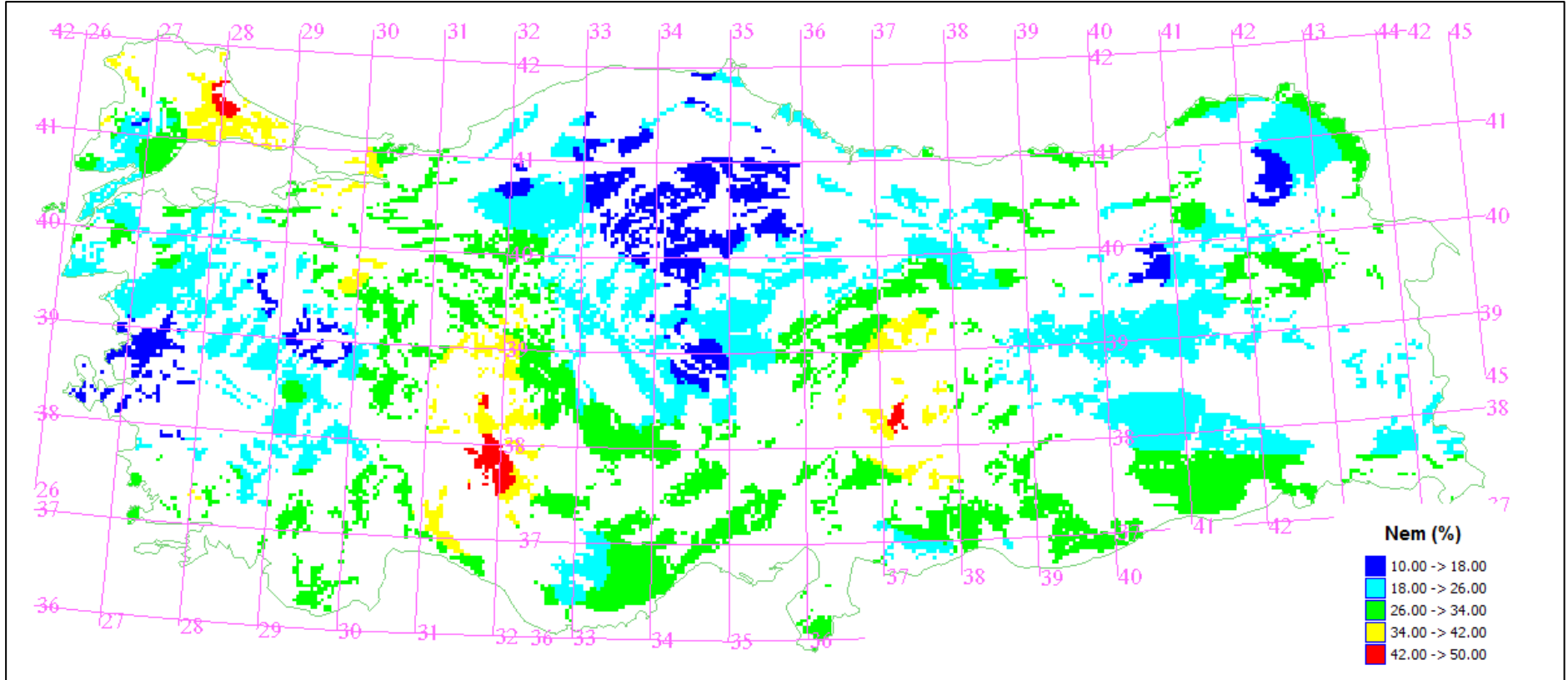
Trakya Bölgesini Saray mevkiindeki, Konya Beyşehir bölgesindeki ve Elbistan mevkiindeki kömürlerin en yüksek nem oranına sahip oldukları gözlemlenmiştir. Fakat Manisa ve Bolu bölgesindeki sahalarda nem oranı düşüktür.



Şekil 4.4 Tersiyer sınırlar içerisinde AID'nin dağılımı



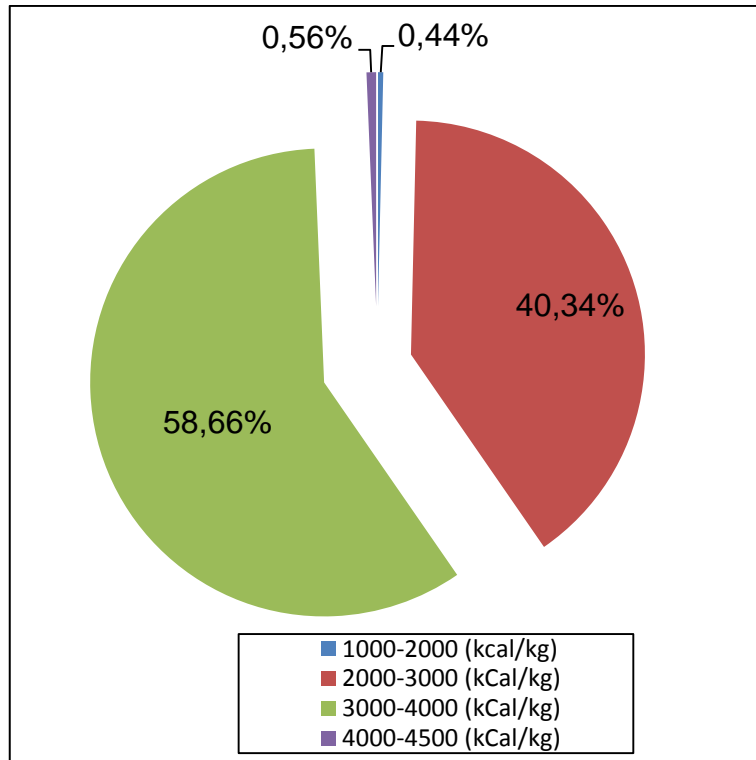
Şekil 4.5 Tersiyer sınırlar içerisinde külün dağılımı



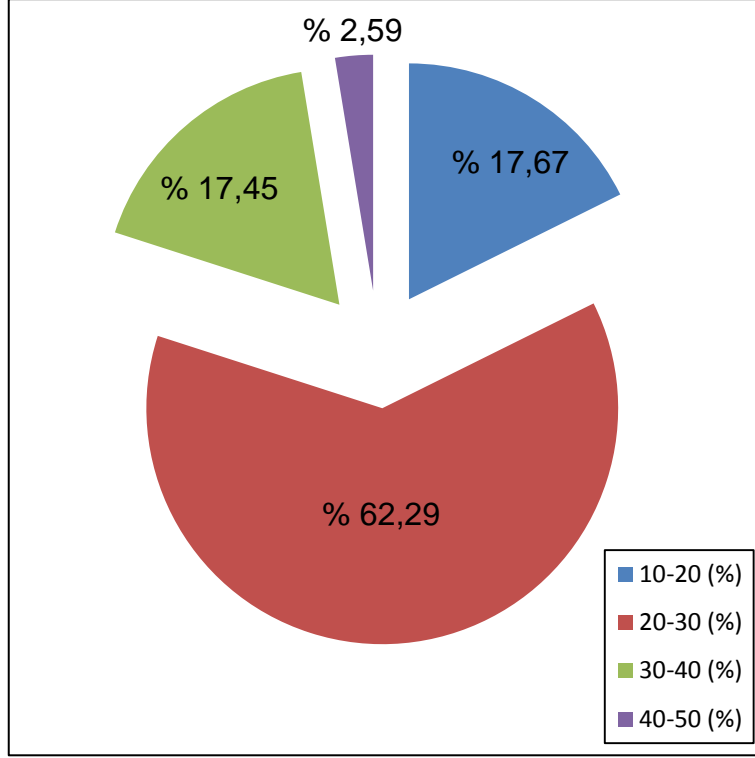
Şekil 4.6 Tersiyer sınırlar içerisinde nemin dağılımı

Tersiyer sınırlar içinde kestirilen AİD, kül ve nem değerlerine ilişkin pasta grafikleri sırası ile Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

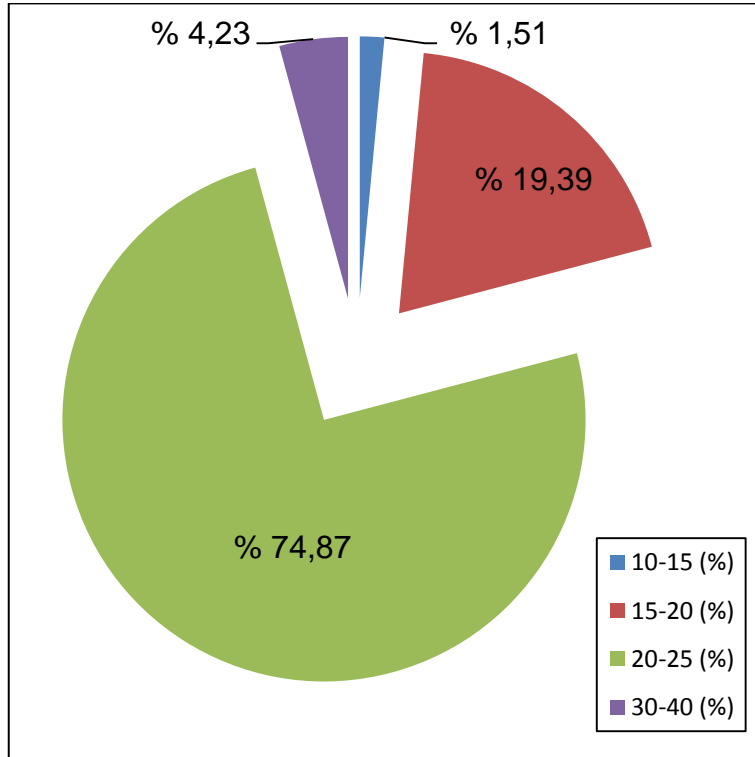
Kestirim sonuçlarına göre kömürlerin % 99'u 2000 kCal/kg ile 4000 kCal/kg arasında kalmaktadır. Çok düşük bir oranda kömür ise 4000 kCal/kg'ın üstüne çıkabilmektedir. Linyitin 5700 kCal/kg'dan düşük değer alan bir fosil yakıt olduğu göz önünde bulundurulursa Türkiye'deki kömürlerin göreceli olarak orta ısıl değere sahip kömürler oldukları gözlemlenmektedir. Kül içeriğinin %10 ile %40 arasında olma oranı %97,41'dir. Nem içeriğinin ise %15 ile %25 arasında olma oranı %94'tür.



Şekil 4.7 Tersiyer sınırlar içinde AİD kestirim değerlerinin % dağılımı



Şekil 4.8 Tersiyer sınırlar içinde kül kestirim değerlerinin % dağılımı



Şekil 4.9 Tersiyer sınırlar içinde nem kestirim değerlerinin % dağılımı

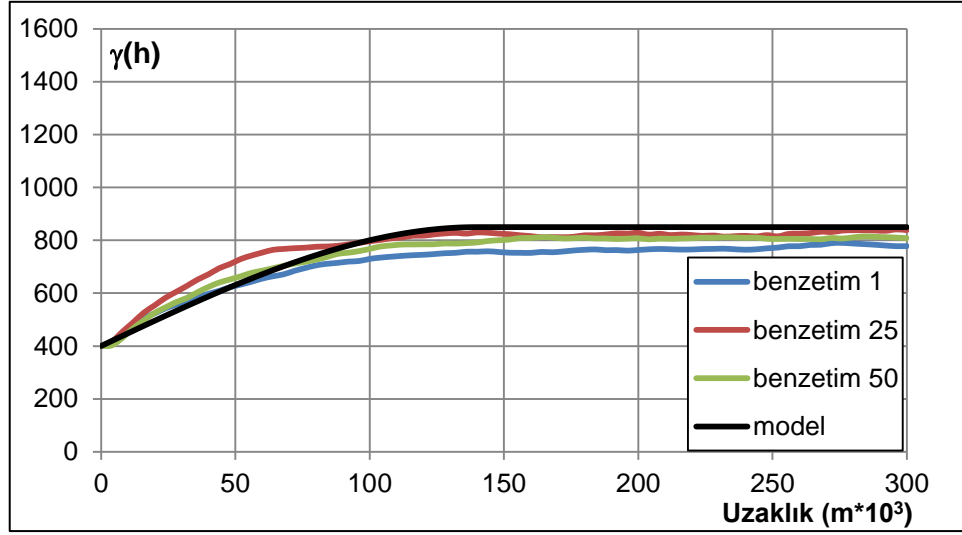
4.4 Jeostatistiksel Benzetim

Jeostatistiksel benzetim Doğrudan Ardışık Benzetim yöntemi ile yapılmıştır. Bir lokasyonun benzetimi için en fazla 16 veri kullanılmıştır. AID, kül ve nem değişkenleri Türkiye ölçeğinde 50 defa benzetilmiştir. 1.nci, 25.nci ve 50.nci benzetimler, her bir değişken için Ek-3'de gösterilmiştir. Bu benzetimlerin deneysel variogramları hesaplanmış ve benzetimleri üretmede kullanılan variogram modelleri ile birlikte Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Benzetimlerin deneysel variogramları, model variogramlar ile örtüştüğü için doğrudan ardışık benzetimin istenen özelliklerde benzetim değerleri ürettiği söylenebilir. Kestirilmiş (Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6) ve benzetilmiş haritalar (Şekil Ek-3.1, Şekil Ek-3.2, Şekil Ek-3.3, Şekil Ek-3.4, Şekil Ek-3.5, Şekil Ek-3.60 Şekil Ek-3.7, Şekil Ek-3.8, Şekil Ek-3.9) karşılaştırıldığında kestirimlerin lokal ölçekte daha yumuşak (smooth), benzetimler ise daha değişken olduğu görülmektedir.

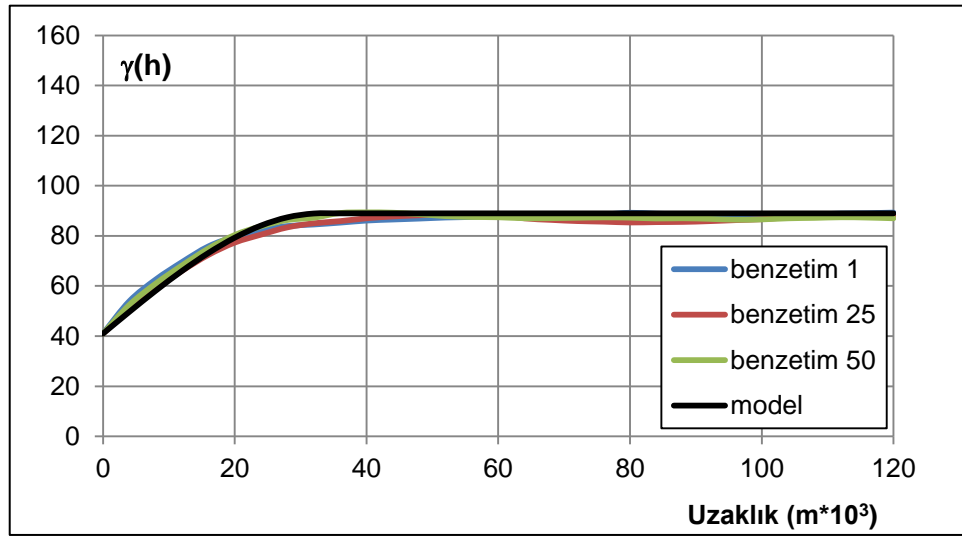
Türkiye'deki linyit kömürlerinin büyük bir bölümü enerji üretimi amacıyla termik santrallerde kullanılmaktadır. Türkiye'deki termik santrallere beslenen kömürlerin sınır ısı değerleri Şengüler (2010) tarafından verilmiştir. Bu ısı değerlerinin ortalaması 1600 kCal/kg olarak hesaplanmış ve Türkiye Tersiyer kömürleri 15445 adet blok üzerinde 1600 kCal/kg sınır değerinden düşük olma olasılıkları 50 adet benzetilmiş modelden türetilmiştir. AID'e ilişkin bu olasılıklar Şekil 4.13'de verilmiştir. Her bir bloğa ilişkin sınır değerden düşük olma olasılığının hesaplanmasında birikimli dağılım fonksiyonlarından yararlanılmıştır. Bunun için her bir blok üzerinde 50 adet benzetilmiş veriden birikimli dağılım fonksiyonu oluşturulmuş ve 1600 kCal/kg'a karşılık gelen olasılık değeri bu fonksiyondan türetilmiştir. Buna ilişkin bir örnek merkezi $32^{\circ} 0' 0''$ boylamında ve $33^{\circ} 0' 0''$ enleminde olan bir blok için Şekil 4.14'de gösterilmiştir.

Benzer bir çalışma kül ve nem içeriği için de yapılmıştır. Kül ve neme ilişkin sınır değerler Bölüm 3.3'de verilen AID x kül (Şekil 3.7) ve AID x nem (Şekil 3.6) arasındaki doğrusal eşitliklerden türetilmiştir. Neme ilişkin sınır değer %38, kül için %25 olarak bulunmuştur. AID örneğinde olduğu gibi kül ve neme ilişkin sınır

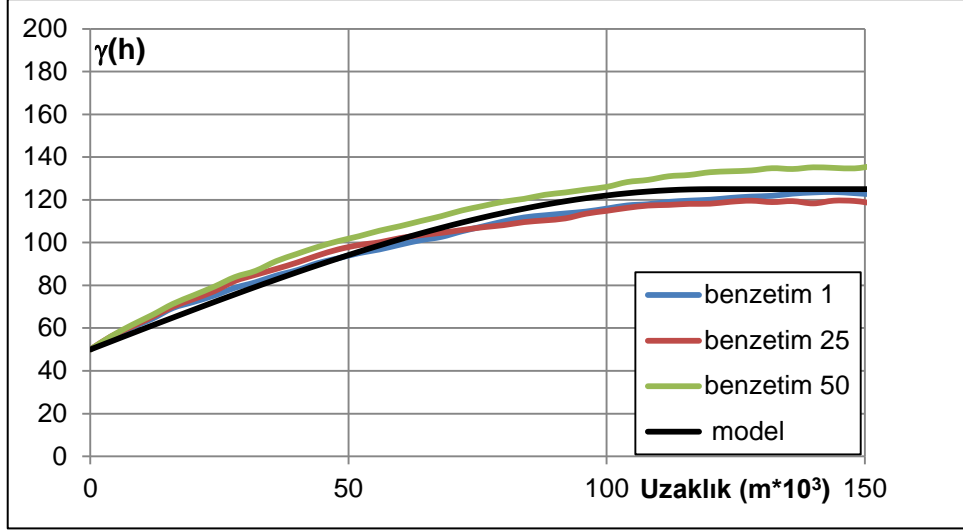
değerlerden düşük olma olasılıkları 15445 adet blok üzerinde hesaplanmış ve sırasıyla Şekil 4.16 ve Şekil 4.17'da gösterilmiştir.



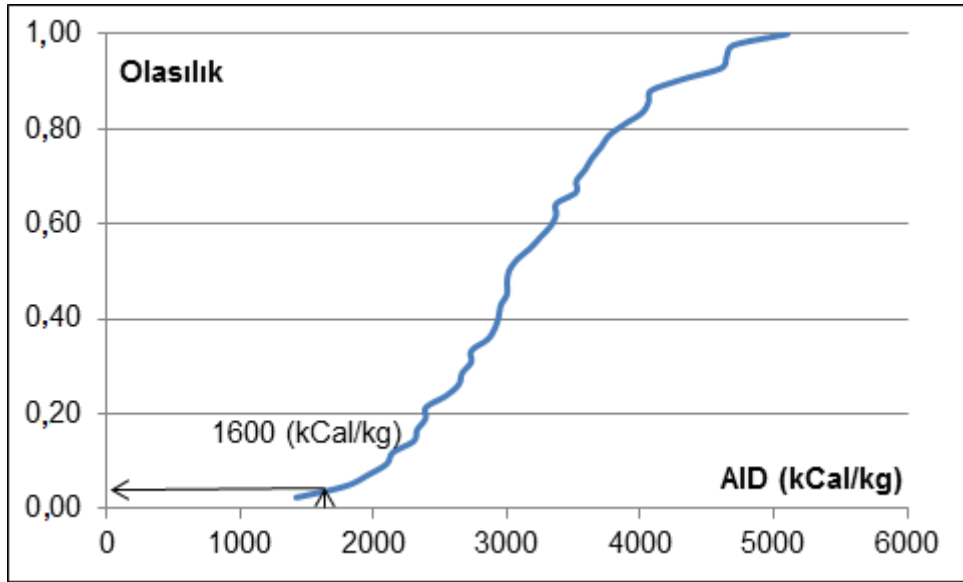
Şekil 4.10 AID benzetim variogramları ve model variogram



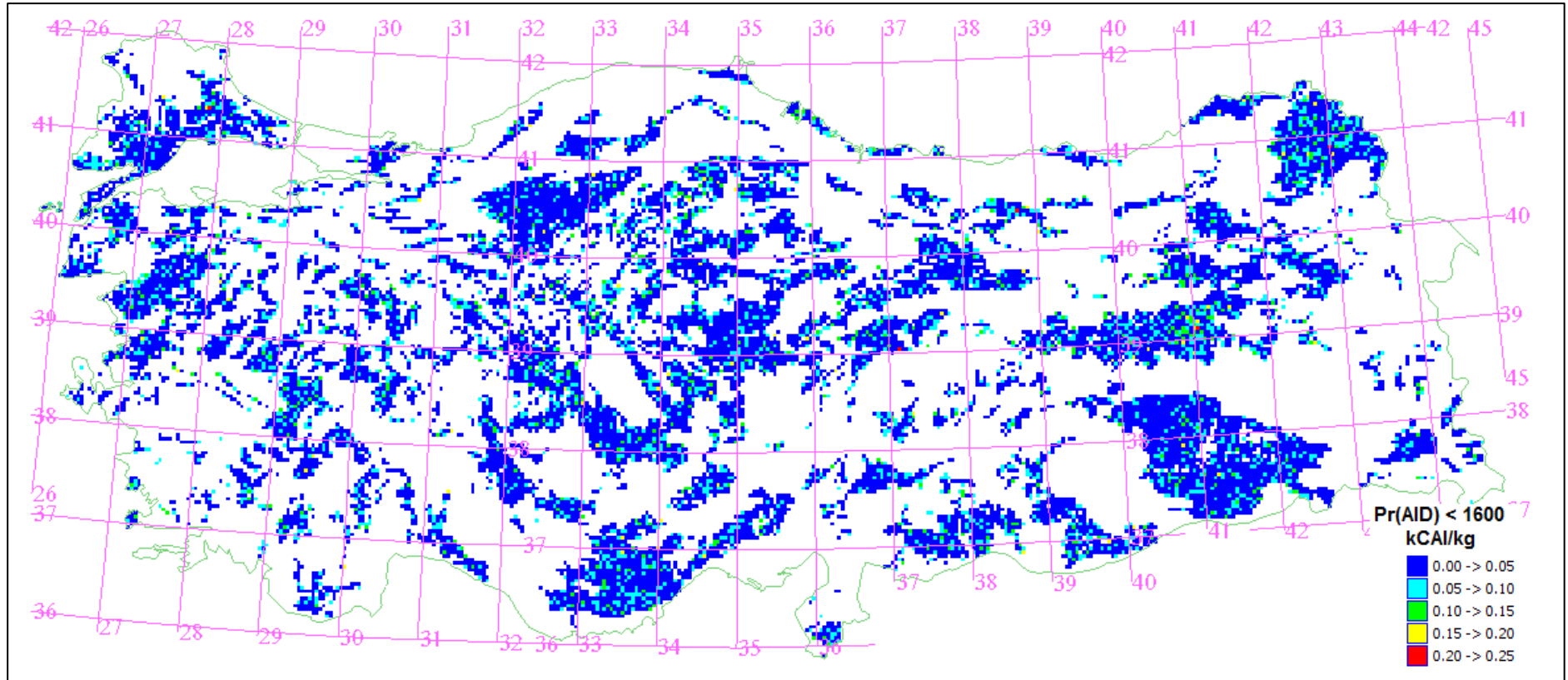
Şekil 4.11 Kül benzetim variogramları ve model variogram



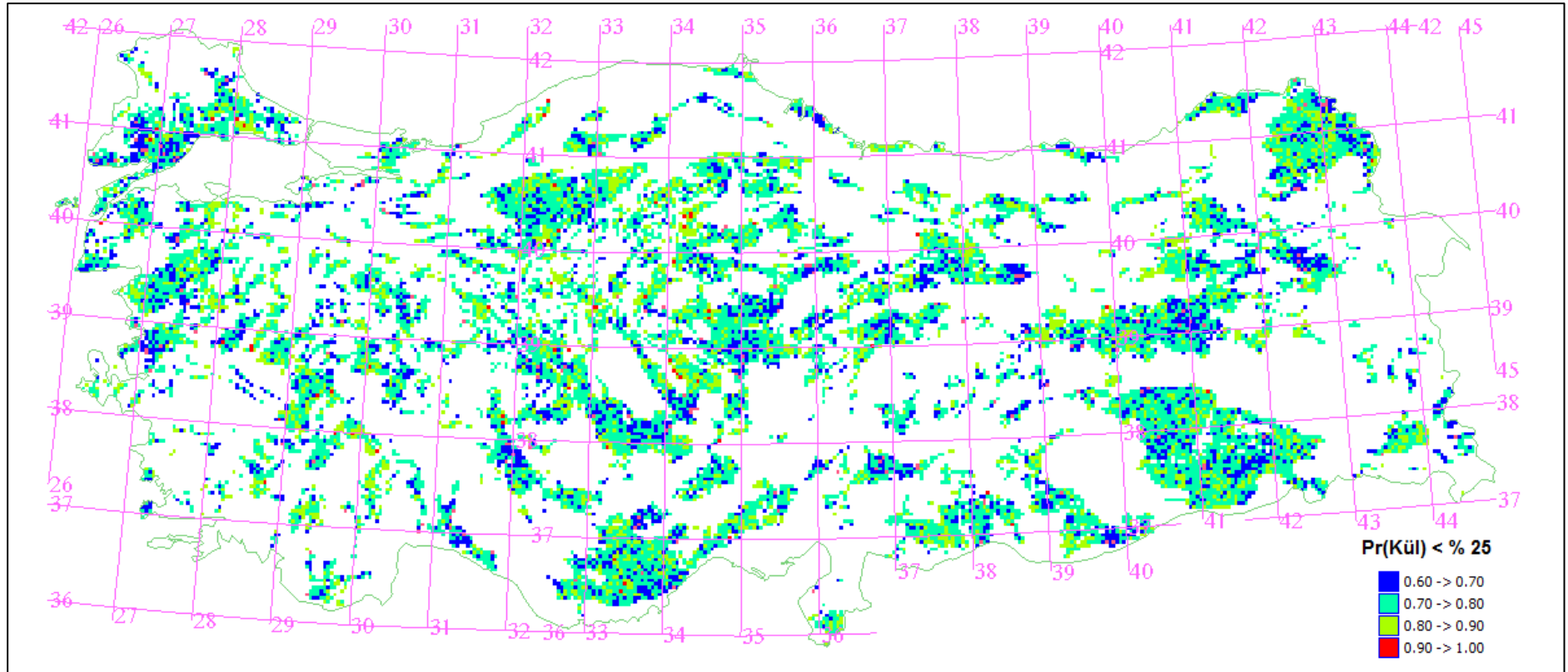
Şekil 4.12 Nem benzetim variogramları ve model variogram



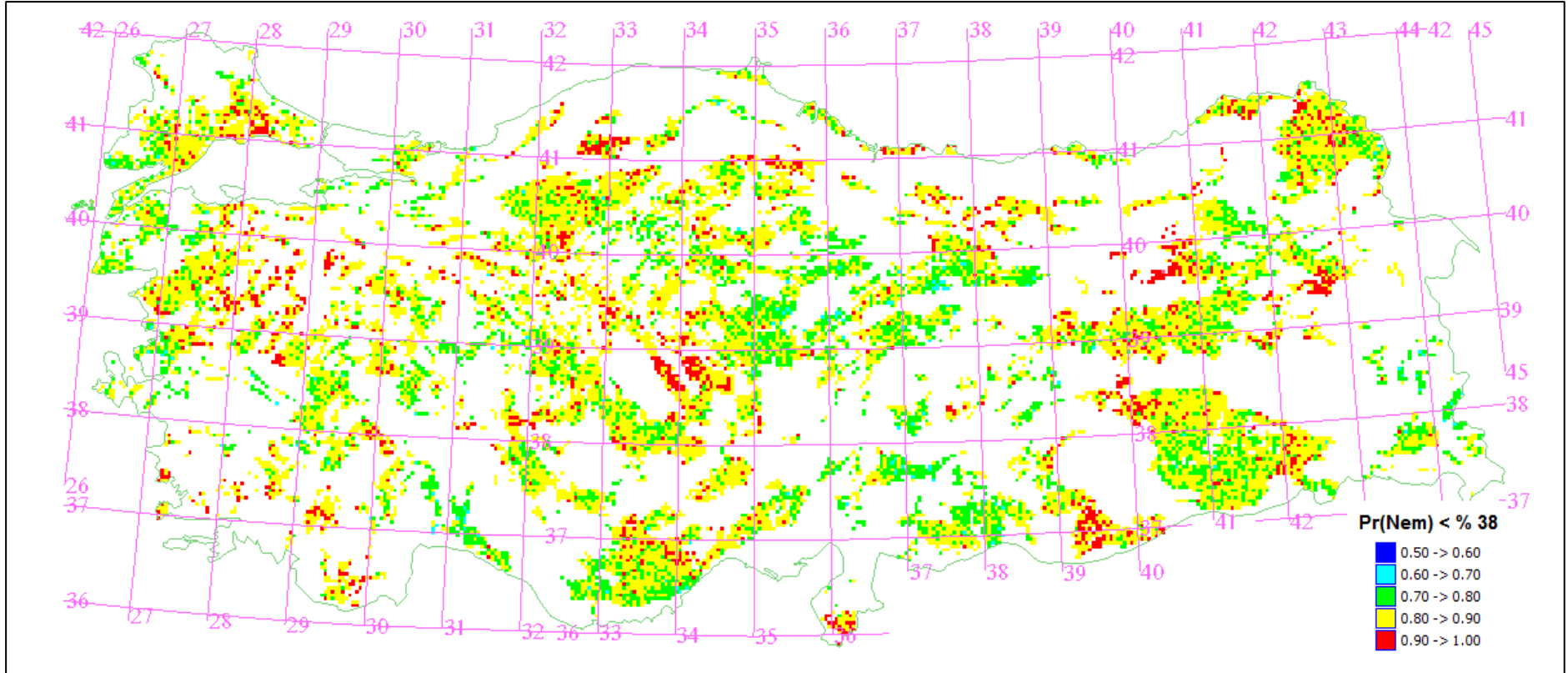
Şekil 4.13 Bir blok için sınır değerden düşük olma olasılığı



Şekil 4.14 AID'nin Tersiyer sınırlar içinde 1600 kCal/kg'dan düşük olma olasılığı yayılımı



Şekil 4.15 Külün Tersiyer sınırlar içinde % 25'den düşük olma olasılığı yayılımı



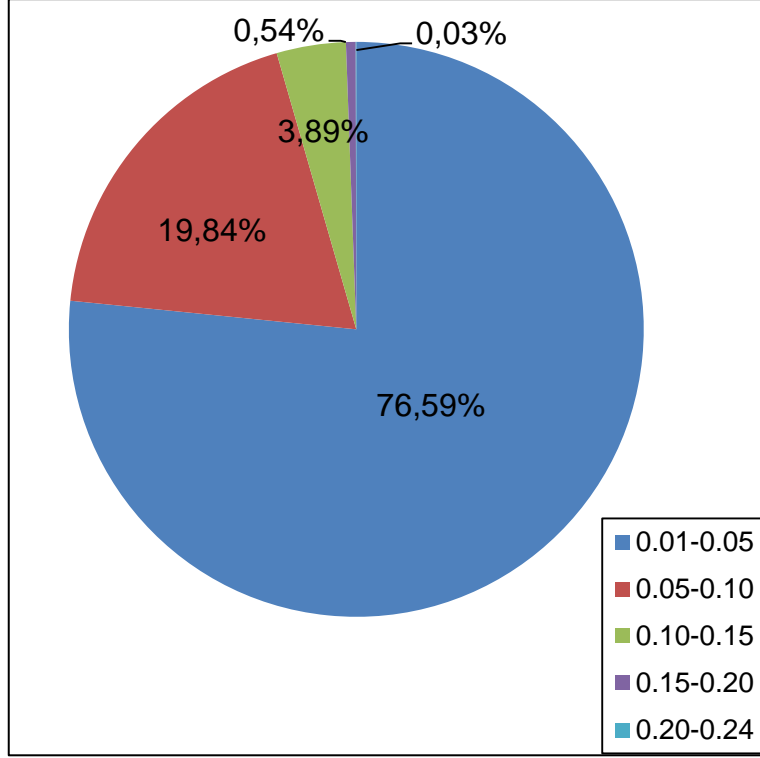
Şekil 4.16 Nemin Tersiyer sınırlar içinde % 38'den düşük olma olasılığı yayılımı

Türetilen düşük olma olasılıklarına göre Tersiyer sınırlar içindeki kömürlerin 1600 kCal/kg'den düşük olma olasılıkları (0,01 - 0,05) çok düşüktür (Şekil 4.17).

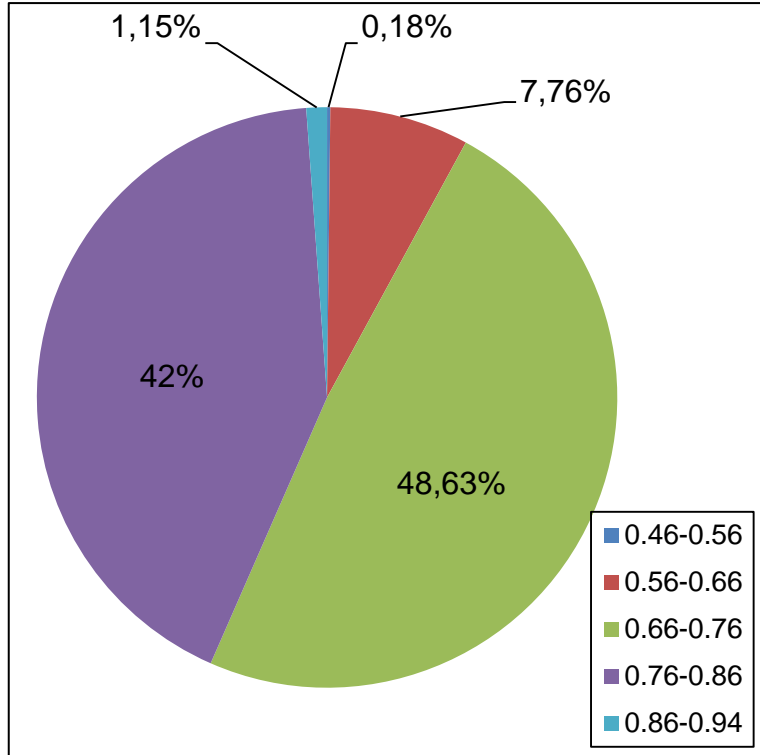
Nem içeriğinde ise tam tersi bir durum söz konusu olup sınır değerden düşük olma olasılıkları çok yüksektir. Tüm sahanın % 98'inde sınır değerden düşük olma olasılıkları 0,7 ile 1.0 arasında değişmektedir (Şekil 4.18).

Kül içeriği de nem gibi benzer bir eğilim göstermektedir. Tüm sahanın % 96'sında külün % 25'den düşük olma olasılığı 0,66 ile 0,64 arasında değişmektedir (Şekil 4.19).

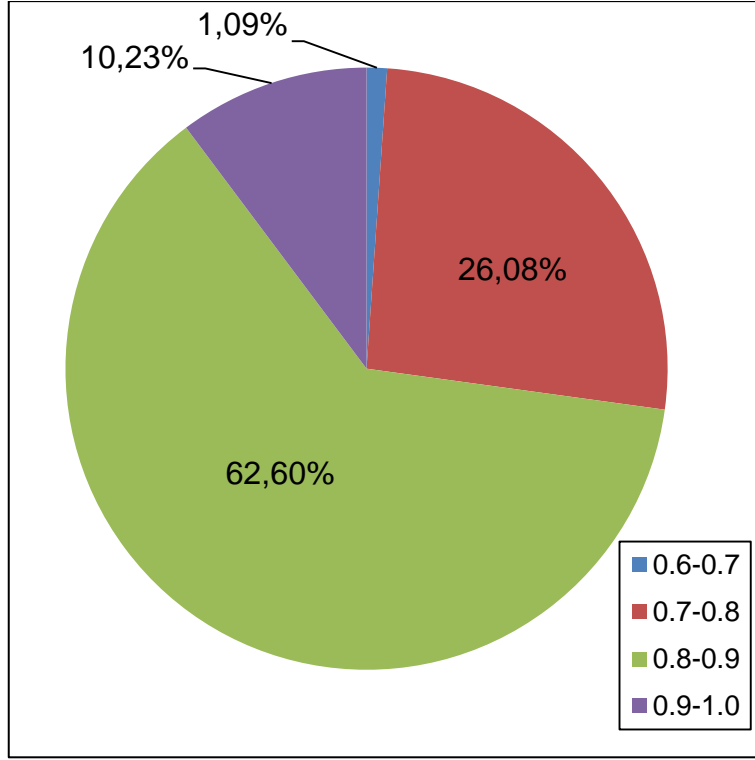
Benzetim sonuçlarının diğer bir kullanım alanı da bilinmeyen gerçek değere ilişkin % 95 güven aralıkları hesaplanabilmesidir. Bu amaçla benzetilmiş 50 adet değer, küçükten büyüğe sıralanmış ve 1.nci ve 2.nci değerlerin ortalama aralığı alt sınır değeri 48.nci ve 49.nci değerler ortalamaları ise üst sınır değeri olarak alınmıştır. Bu işlem 15445 adet blok üzerinde ısı değer için yapılmıştır. Isıl değere ilişkin % 95 güven aralıkları alt sınırı Şekil 4.19'de, üst sınır Şekil 4.20'de gösterilmiştir. Daha sonra krigleme ile üretilen kestirim değerlerinin bu sınırlar içinde yer alıp almadığı kontrol edilmiştir. Bu sınırlar içinde yer almayan lokasyonlar Şekil 4.21'de gösterilmiştir. Bu lokasyonlar, ek örneklerin yapılması gereken lokasyonları işaret etmektedir. Bu lokasyonlar ise Sivas Gürün ve Kangal bölgeleri, Kahraman Maraş Ahırdağı çevresi, Konya – Beyşehir, Ağrı Çakmak Dağı ve Çevresi, İzmir – Kırkağaç, Sinop Nezir köprü, Suphan Dağı ve çevresi ,Yozgat Zincirlidağı ve Yerköy Çevresi, Bolu Gerede Bölgesi, Safranbolu ve Ovacık mevkileri, Çankırı – Çerkeş Bölgesi'dir.



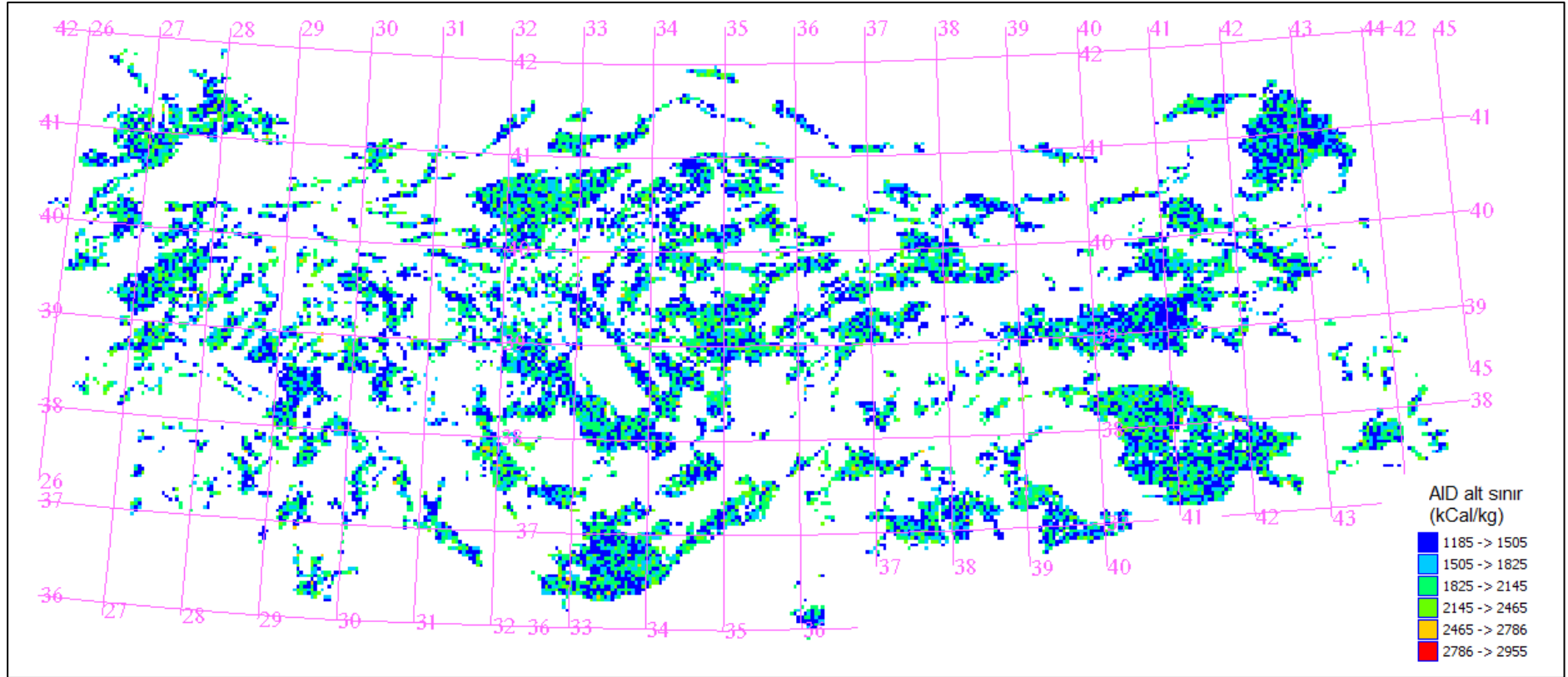
Şekil 4.17 AID 1600 kCal/kg'dan düşük olma olasılıkları dağılımı



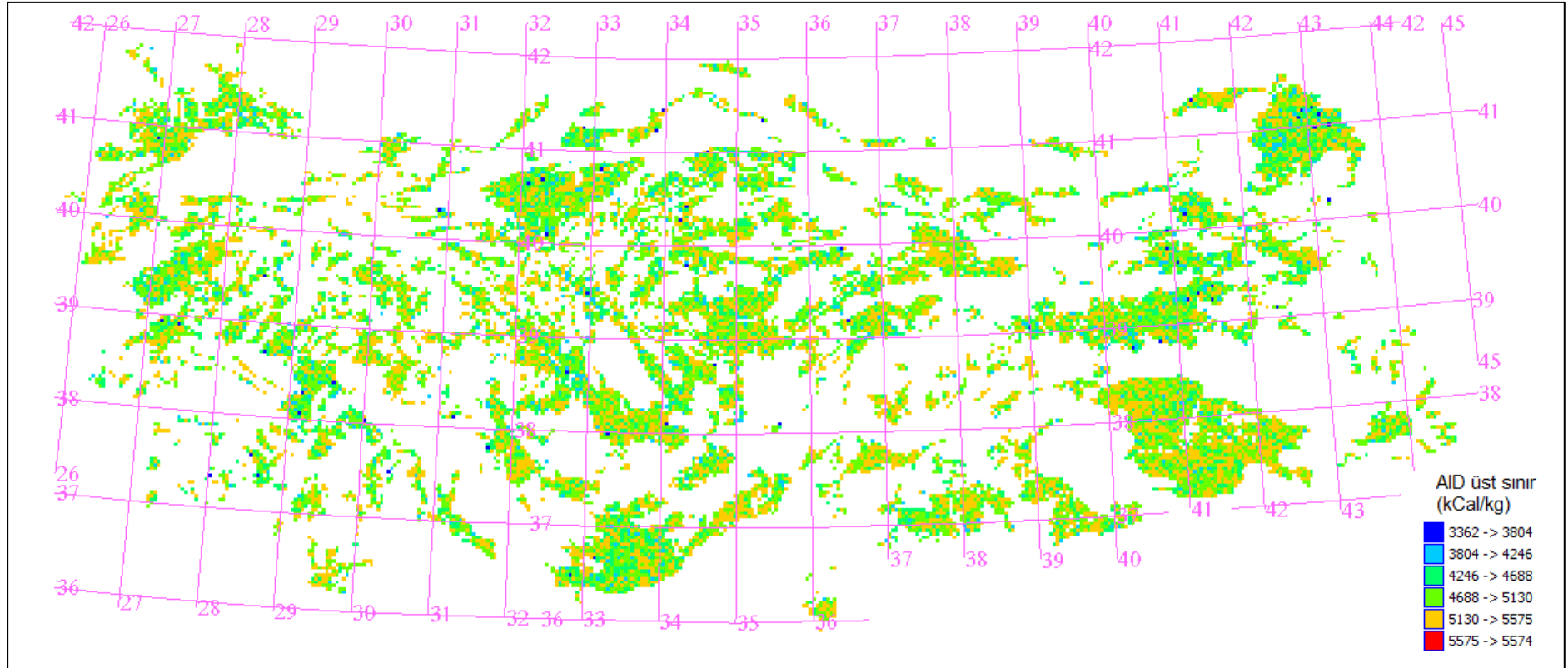
Şekil 4.18 Kül %25'den düşük olma olasılıkları dağılımı



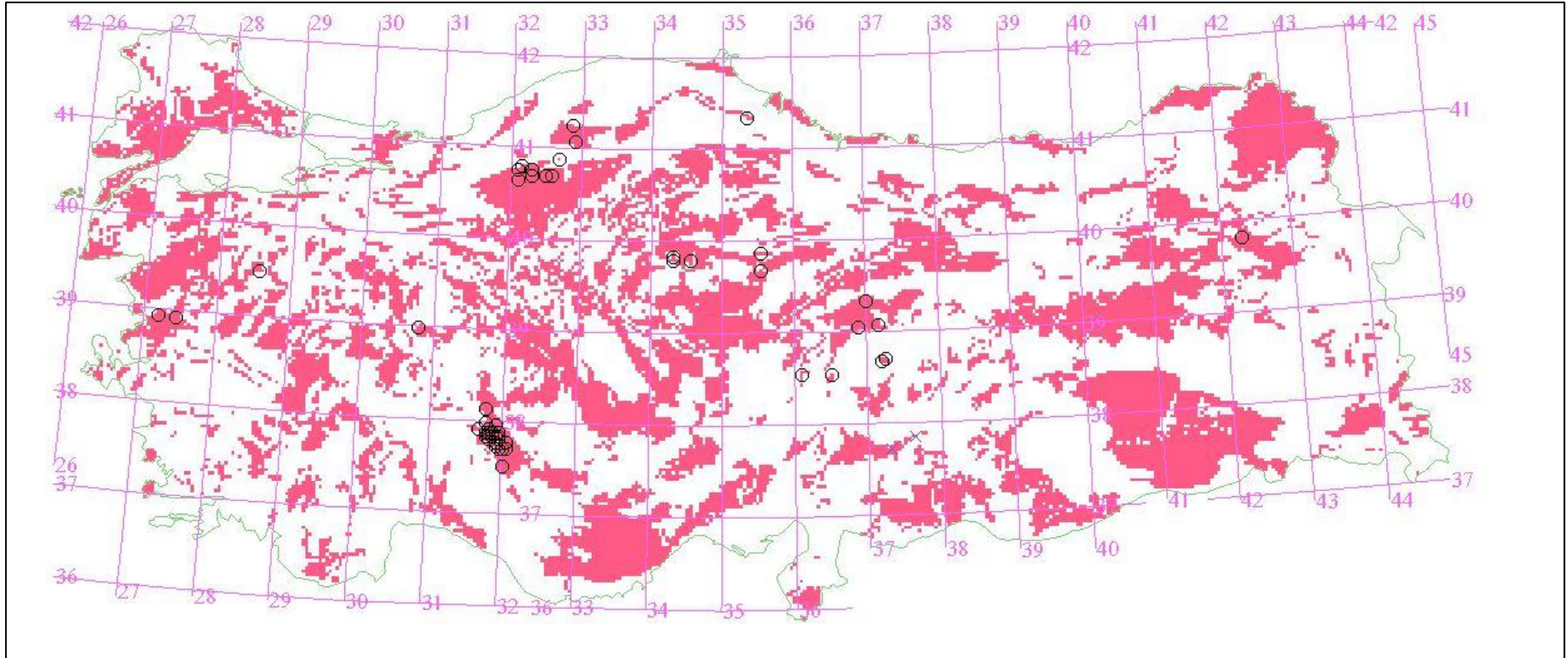
Şekil 4.19 Nem % 38'den düşük olma olasılıkları dağılımı



Şekil 4.20 50 adet benzetim sonucuna göre AID alt değerleri



Şekil 4.21 50 adet benzetim sonucuna göre AID üst değerleri



Şekil 4.22 Ek örneklem yapılması gereken lokasyonlar

SONUÇLAR

AID, kül ve nem jeostatistiksel olarak incelendiğinde en yüksek yapısal sürekliliğe sahip değişkenin AID olduğu bunu sırası ile nem ve külün takip ettiği görülmektedir.

Kestirim değerlerinin coğrafi dağılımına bakıldığında Ege bölgesi, İç Anadolu bölgesi ve Doğu Anadolu'nun kuzey taraflarının görece yüksek AID içerdiği Konya ve Maraş civarında ise kömür kalitesinin düştüğü görülmektedir.

Kestirim sonuçlarının toplu bir şekilde değerlendirilmesi kömürlerin % 99'unun AID'inin 2000 kCal/kg ile 4000 kCal/kg, kül içeriğinin ise %10 ile %40 arasında değiştiğini göstermektedir.

Türkiye Tersiyer sınırları içerisindeki kömürlerin AID için belirlenen 1600 kCal/kg'lık sınır değerden düşük olma ihtimalleri çok düşüktür. Dolayısı ile Türkiye'deki kömürlerin sadece alt ısıl değer açısından bakıldığında termik santral için uygun olduğu görülmektedir.

Benzetim sonuçlarından 15445 blok üzerinde AID'e ilişkin %95 güven aralıkları oluşturulmuştur. Güven aralıklarının kestirim değerleri ile karşılaştırılması sonucunda güven aralığının dışında kestirim değerine sahip bölgeler olduğu gözlemlenmiştir. Bu bölgeler; Sivas Gürün ve Kangal bölgeleri, Kahraman Maraş Ahırdağı ve çevresi, Konya – Beyşehir bölgesi ve Ağrı Çakmak Dağı ve çevresi, İzmir – Kırkağaç, Sinop Nezir köprü, Suphan Dağı ve çevresi, Yozgat Zincirlidağı ve Yerköy Çevresi, Bolu Gerede Bölgesi, Safranbolu ve Ovacık mevkileri, Çankırı – Çerkeş Bölgesi'dir. Bu bölgeler ek örnekleme yapılması gereken bölgelerdir.

Çalışmaya konu olan veriler nispeten büyük yataklardan toplanmıştır. Dolayısı ile Türkiye'deki kömürleşme potansiyelini belirlemede nispeten büyük ölçekli yataklardan yararlanılmıştır. Ancak, küçük ölçekli yataklarında kömürleşme potansiyelini ortaya koyma açısından çok önemli olacağı şüphesizdir. Dolayısı ile özellikle özel sektöre ait küçük ölçekli sahalardan toplanacak olan veriler ışığı altında yapılacak olan jeostatistiksel bir çalışma farklı sonuçlar doğurabilir.

Karasal Tersiyer sınırlar içerisinde AİD, kül ve nem arasındaki ilişkiler incelendiğinde AİD ile kül arasındaki ters ilişkinin beklenmedik bir şekilde zayıf olduğu görülmüştür. Bu durum, örnek toplama sırasında yapılan olası bir sistematik hatadan kaynaklanmış olabilir. Bu bakımdan özellikle kül değişkeni ile ilgili olan tüm sonuçlar dikkatli şekilde kullanılmalıdır.

Sonuç olarak, kömür içerme potansiyeli olan Tersiyer yaşlı sahaların önemli bir kısmında kapsamlı bir arama çalışması yapılmamıştır. Bu durum dikkate alındığında özellikle İç, Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgelerinde arama çalışmalarının titizlikle yapılması önerilmektedir. Bu bölgelerde yapılacak olan çalışmalar henüz keşfedilmemiş kömürleri ortaya çıkarabilir ve bu sayede ülkemizdeki kömür kaynağı miktarı önemli ölçüde artırılabilir. Bu çalışma, mevcut jeolojik verileri dikkate alınarak yeniden yorumlanabilir.

KAYNAKLAR

- Bourgault, G., 1997, Using non-Gaussian distributions in geostatistical simulations, *Mathematical Geology*, 29(3), p. 315 – 334.
- Chiles J.P. and Delfiner P., 1999, *Modeling Spatial Uncertainty*, Wiley Series in probability and statistics, John Wiley & Sons, Canada, 720 p.
- Clark I. and William V. H., 2000, *Practical Geostatistics*, Ecosse North Amer Llc, Canada, 442 p.
- Deutsch C. V., 1996, Constrained modeling of histograms and cross plots with simulated annealing, *Technometrics* 38(3), p. 266 – 274.
- Geovaaerts P., 1997, *Geostatistics for Natural Resources Evaluations*, New York, Oxford University Press, 496 p.
- Görür N., Akkök R., Sakınç M., Ünal G. ve Yaltırak C., 4 Aralık 1996, Türkiye'nin Tersiyer Havzaları ve Kömür potansiyeli, Türkiye kömür arama hedeflerinin belirlenmesi ve arama yöntemlerinin saptanması, (Editörler : Önal G., Kurşun İ., Yazıcı H.), Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı, İstanbul, 130 s.
- Journel A. G., 1993, Geostatistics: roadblocks and challenges, in A. Soares (ed.), *Geostatistics-Troia*, Vol.1, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p. 213 - 224
- Matheron G., 1963, Principles of Geostatistics, *Economic Geology*, 58, s. 1246 - 1266
- Paşamehmetoğlu A.G., Oskay M., Erler A., Lünel T., Güleç N., Dirik K., Parlakyiğit A. ve Atabey E., 1983, Türkiye Kömür Master Planı, Cilt 4, Türkiye Kömür Potansiyeli ve Aramaları, TKİ, 285 s.
- Remy N., Boucher A. and Wu J., 2009, *Applied geostatistics with SGeMS*, Cambridge University Press, Cambridge, 264 p.

- Şengüler İ., 2010, Coal Explorations in Turkey: New Projects and New Reserves, Twenty-Seventh Annual International Pittsburgh Coal Conference, (Editorial : Morsi I. B.), 55 p.
- TEİAŞ, 2011, İhraç Edilen Elektrik Enerjisinin Yıllar İtibariyle Dağılımı, <http://www.teias.gov.tr/istatistik2009/index.htm>
- Temur S., Orhan H. ve Deli A., 2008, Statistical Interpretation of Some Physical and Chemical Data of the Tertiary Coal Deposits in Turkey, Geochemistry International, Pleiades Publishing, p. 407 - 422
- Tercan A. E. ve Saraç C. 1998, Maden yataklarının değerlendirilmesinde jeostatistiksel yöntemler, Jeoloji mühendisleri odası yayınlar no:48, Ankara, 137 s.
- Tercan A.E., Akcan E., Ertunç G., 2008, ' Tufanbeyli linyit sahası jeostatistiksel kaynak kestirimi, TKİ,144 Sayfa
- Tercan A. E., Ünver B., Hindistan M.A., Akcan E. Ve Ertunç G., 2009, Saray kömür havzası kaynak kestirimi (yeraltı) 2009, TKİ, 70 sayfa
- Tercan A.E., 2011, Jeostatistiksel Yöntemler, Seminer notları, Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- Tuncalı E, Bilgin Ç., Yavuz N., Toprak S., Köker A., Gencer Z., Ayçık H. ve Şahin N., 2002, Türkiye Tersiyer Kömürlerinin Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri, Maden Teknik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, 401 s.
- Ünver B., Tercan A. E., Hindistan M. A., Akcan E., Ertunc G., Ünal S. ve Atalay F., 2010, Soma – Eynez sahasını linyit rezervi kestirimi ve yer altı işletme projesi, TKİ, 227 s.
- Ünver B. Tercan A. E., Hindistan M. A., Akcan E., Ertunc G., Ünal S. ve Atalay F., 2010, Tunçbilek ömerler sahası linyit kaynağının kestirimi ve yer altı işletme projesi, TKİ, 665 s.

Webster R. and Oliver M. A., 2009, Geostatistics for Enviromental Scientists,
Statistics in practice series, Wiley & Sons, England, 315 p.

Ekler

Ek-1

Örneklere ait enlem, boylam, AID, kül ve nem değişkenlerine ait analiz bilgileri.

| Enlem | | | Boylam | | | AID (kCal/kg) | Kül (%) | Nem(%) |
|-----------------|-----|-----|-----------------|-----|-----|---------------|---------|--------|
| 41 ⁰ | 44' | 29" | 26 ⁰ | 43' | 59" | 2213 | 19,55 | 38,44 |
| 41 ⁰ | 45' | 1" | 26 ⁰ | 49' | 57" | 1979 | 17,73 | 43,63 |
| 41 ⁰ | 13' | 24" | 26 ⁰ | 23' | 51" | 2685 | 8,17 | 42,89 |
| 40 ⁰ | 54' | 12" | 26 ⁰ | 35' | 47" | 4649 | 12,70 | 15,96 |
| 40 ⁰ | 54' | 45" | 26 ⁰ | 35' | 49" | 3118 | 28,86 | 19,37 |
| 40 ⁰ | 54' | 45" | 26 ⁰ | 37' | 38" | 2867 | 30,03 | 20,39 |
| 40 ⁰ | 54' | 46" | 26 ⁰ | 39' | 42" | 3461 | 22,76 | 19,16 |
| 40 ⁰ | 56' | 3" | 26 ⁰ | 44' | 34" | 3522 | 12,11 | 27,14 |
| 40 ⁰ | 54' | 26" | 26 ⁰ | 42' | 5" | 3312 | 23,77 | 19,94 |
| 40 ⁰ | 58' | 18" | 26 ⁰ | 40' | 28" | 3058 | 24,20 | 22,84 |
| 40 ⁰ | 59' | 7" | 26 ⁰ | 40' | 42" | 3567 | 20,49 | 20,33 |
| 40 ⁰ | 57' | 29" | 26 ⁰ | 39' | 37" | 3206 | 19,93 | 21,78 |
| 41 ⁰ | 5' | 11" | 26 ⁰ | 37' | 58" | 3937 | 18,42 | 16,96 |
| 41 ⁰ | 3' | 59" | 26 ⁰ | 41' | 35" | 2133 | 38,57 | 20,93 |
| 41 ⁰ | 5' | 45" | 26 ⁰ | 45' | 8" | 2560 | 34,97 | 18,20 |
| 41 ⁰ | 4' | 48" | 26 ⁰ | 47' | 36" | 3323 | 29,57 | 14,31 |
| 41 ⁰ | 5' | 51" | 26 ⁰ | 45' | 21" | 3274 | 22,80 | 21,16 |
| 41 ⁰ | 5' | 14" | 26 ⁰ | 44' | 19" | 2798 | 30,77 | 19,92 |
| 41 ⁰ | 7' | 47" | 26 ⁰ | 51' | 8" | 3736 | 16,59 | 20,54 |
| 41 ⁰ | 7' | 52" | 26 ⁰ | 51' | 15" | 3686 | 11,81 | 25,32 |
| 41 ⁰ | 9' | 39" | 26 ⁰ | 51' | 29" | 3379 | 32,45 | 11,99 |
| 41 ⁰ | 9' | 37" | 26 ⁰ | 51' | 14" | 4648 | 17,70 | 11,38 |
| 41 ⁰ | 23' | 2" | 26 ⁰ | 43' | 19" | 2968 | 12,99 | 33,93 |
| 41 ⁰ | 12' | 35" | 26 ⁰ | 23' | 26" | 2554 | 11,31 | 41,05 |
| 41 ⁰ | 16' | 37" | 28 ⁰ | 46' | 23" | 2913 | 11,43 | 34,81 |
| 41 ⁰ | 16' | 16" | 28 ⁰ | 48' | 1" | 3236 | 8,21 | 37,58 |
| 41 ⁰ | 17' | 38" | 28 ⁰ | 48' | 57" | 3102 | 7,91 | 37,72 |
| 41 ⁰ | 6' | 55" | 29 ⁰ | 33' | 50" | 2525 | 7,81 | 39,07 |
| 41 ⁰ | 35' | 34" | 27 ⁰ | 34' | 44" | 2870 | 9,15 | 38,68 |
| 41 ⁰ | 36' | 53" | 27 ⁰ | 36' | 10" | 2146 | 14,16 | 44,60 |
| 41 ⁰ | 36' | 53" | 27 ⁰ | 36' | 10" | 2015 | 14,21 | 43,64 |
| 41 ⁰ | 41' | 47" | 27 ⁰ | 34' | 40" | 2982 | 11,81 | 37,39 |
| 41 ⁰ | 24' | 9" | 28 ⁰ | 6' | 29" | 2334 | 7,25 | 46,95 |
| 41 ⁰ | 29' | 35" | 27 ⁰ | 50' | 23" | 2099 | 13,91 | 43,59 |
| 41 ⁰ | 0' | 5" | 26 ⁰ | 52' | 5" | 3074 | 24,47 | 21,94 |
| 40 ⁰ | 56' | 43" | 26 ⁰ | 52' | 49" | 3515 | 10,06 | 31,91 |
| 40 ⁰ | 56' | 58" | 26 ⁰ | 50' | 8" | 3025 | 17,27 | 30,58 |

| | | | | | | | | |
|-----------------|-----|-----|-----------------|-----|------|------|-------|-------|
| 40 ⁰ | 56' | 41" | 26 ⁰ | 50' | 8" | 2858 | 19,05 | 31,96 |
| 40 ⁰ | 54' | 24" | 26 ⁰ | 49' | 3" | 3582 | 14,73 | 27,84 |
| 40 ⁰ | 59' | 18" | 26 ⁰ | 50' | 18" | 3372 | 16,82 | 28,36 |
| 40 ⁰ | 59' | 35" | 26 ⁰ | 49' | 50" | 2683 | 25,29 | 27,56 |
| 40 ⁰ | 59' | 40" | 26 ⁰ | 51' | 26" | 3245 | 17,67 | 27,17 |
| 41 ⁰ | 3' | 55" | 26 ⁰ | 44' | 23" | 4382 | 12,47 | 16,75 |
| 40 ⁰ | 57' | 17" | 26 ⁰ | 54' | 8" | 3034 | 12,53 | 34,96 |
| 40 ⁰ | 57' | 23" | 27 ⁰ | 4' | 50" | 2928 | 15,09 | 34,24 |
| 40 ⁰ | 56' | 50" | 27 ⁰ | 4' | 41" | 3067 | 10,02 | 37,22 |
| 40 ⁰ | 53' | 47" | 26 ⁰ | 52' | 59" | 3103 | 14,81 | 32,93 |
| 40 ⁰ | 54' | 44" | 26 ⁰ | 54' | 34" | 3163 | 15,70 | 30,55 |
| 41 ⁰ | 4' | 16" | 26 ⁰ | 44' | 13'2 | 4617 | 8,38 | 18,02 |
| 41 ⁰ | 3' | 54" | 26 ⁰ | 43' | 56" | 4103 | 8,92 | 23,01 |
| 41 ⁰ | 4' | 14" | 26 ⁰ | 44' | 39" | 3588 | 19,41 | 20,12 |
| 39 ⁰ | 43' | 54" | 28 ⁰ | 33' | 15" | 4144 | 18,57 | 16,25 |
| 39 ⁰ | 41' | 22" | 28 ⁰ | 33' | 4" | 3670 | 20,90 | 20,07 |
| 39 ⁰ | 42' | 51" | 28 ⁰ | 30' | 13" | 4942 | 10,70 | 15,04 |
| 39 ⁰ | 45' | 53" | 28 ⁰ | 24' | 8" | 2275 | 33,17 | 24,22 |
| 39 ⁰ | 54' | 45" | 27 ⁰ | 32' | 28" | 2829 | 36,59 | 15,52 |
| 39 ⁰ | 5' | 47" | 28 ⁰ | 11' | 3" | 3714 | 22,43 | 18,34 |
| 39 ⁰ | 44' | 8" | 27 ⁰ | 28' | 55" | 2364 | 18,15 | 39,65 |
| 39 ⁰ | 57' | 44" | 27 ⁰ | 40' | 55" | 2745 | 38,20 | 16,35 |
| 39 ⁰ | 57' | 33" | 27 ⁰ | 38' | 49" | 4647 | 32,27 | 6,09 |
| 40 ⁰ | 4' | 41" | 27 ⁰ | 43' | 6" | 2756 | 21,82 | 29,13 |
| 39 ⁰ | 51' | 44" | 27 ⁰ | 30' | 0" | 3369 | 26,41 | 19,21 |
| 40 ⁰ | 7' | 37" | 27 ⁰ | 29' | 26" | 2519 | 12,47 | 36,84 |
| 39 ⁰ | 54' | 44" | 28 ⁰ | 50' | 24" | 3848 | 7,47 | 26,25 |
| 39 ⁰ | 36' | 29" | 29 ⁰ | 10' | 18" | 2415 | 23,87 | 34,88 |
| 39 ⁰ | 54' | 40" | 29 ⁰ | 11' | 9" | 2357 | 19,84 | 37,94 |
| 39 ⁰ | 57' | 8" | 28 ⁰ | 37' | 12" | 2145 | 37,83 | 22,45 |
| 39 ⁰ | 57' | 31" | 28 ⁰ | 37' | 55" | 1994 | 39,07 | 23,01 |
| 40 ⁰ | 2' | 9" | 28 ⁰ | 20' | 50" | 3825 | 17,70 | 20,59 |
| 39 ⁰ | 47' | 54" | 27 ⁰ | 20' | 30" | 3538 | 13,30 | 29,16 |
| 39 ⁰ | 49' | 55" | 27 ⁰ | 7' | 13" | 3662 | 12,32 | 27,13 |
| 39 ⁰ | 57' | 59" | 26 ⁰ | 51' | 30" | 3628 | 8,49 | 32,32 |
| 40 ⁰ | 2' | 5" | 27 ⁰ | 6' | 12" | 4264 | 12,50 | 20,55 |
| 40 ⁰ | 2' | 51" | 27 ⁰ | 1' | 58" | 4028 | 16,84 | 20,93 |
| 40 ⁰ | 3' | 33" | 27 ⁰ | 9' | 17" | 2537 | 31,36 | 20,36 |
| 40 ⁰ | 36' | 39" | 29 ⁰ | 15' | 49" | 1960 | 22,26 | 36,20 |
| 38 ⁰ | 48' | 36" | 30 ⁰ | 6' | 31" | 2486 | 11,31 | 40,25 |
| 38 ⁰ | 32' | 25" | 30 ⁰ | 43' | 21" | 2662 | 21,47 | 27,46 |
| 37 ⁰ | 29' | 43" | 28 ⁰ | 31' | 60" | 2870 | 21,50 | 28,00 |

| | | | | |
|-------------------------|-------------------------|------|-------|-------|
| 37 ⁰ 53' 7" | 27 ⁰ 45' 19" | 4916 | 21,34 | 8,56 |
| 37 ⁰ 57' 56" | 28 ⁰ 17' 54" | 3952 | 18,67 | 17,07 |
| 37 ⁰ 37' 21" | 27 ⁰ 38' 15" | 2790 | 12,47 | 37,13 |
| 37 ⁰ 52' 5" | 28 ⁰ 2' 36" | 3092 | 9,59 | 31,14 |
| 37 ⁰ 53' 43" | 28 ⁰ 3' 16" | 5184 | 25,57 | 3,22 |
| 37 ⁰ 46' 5" | 28 ⁰ 6' 15" | 2509 | 25,37 | 28,49 |
| 38 ⁰ 4' 38" | 28 ⁰ 36' 60" | 4370 | 10,46 | 20,89 |
| 37 ⁰ 46' 15" | 27 ⁰ 55' 31" | 2950 | 35,65 | 14,02 |
| 37 ⁰ 45' 17" | 27 ⁰ 22' 39" | 3665 | 15,04 | 24,70 |
| 37 ⁰ 18' 20" | 28 ⁰ 44' 51" | 2783 | 38,90 | 12,39 |
| 37 ⁰ 59' 49" | 28 ⁰ 50' 17' | 3361 | 28,69 | 16,10 |
| 37 ⁰ 29' 9" | 28 ⁰ 42' 34' | 3200 | 13,34 | 28,09 |
| 38 ⁰ 6' 7" | 29 ⁰ 45' 37' | 3249 | 17,64 | 23,46 |
| 38 ⁰ 6' 7" | 29 ⁰ 45' 37' | 3449 | 15,95 | 21,61 |
| 38 ⁰ 8' 49" | 29 ⁰ 47' 42" | 3113 | 15,18 | 29,32 |
| 37 ⁰ 54' 53" | 28 ⁰ 44' 42" | 2606 | 27,56 | 25,53 |
| 37 ⁰ 56' 58" | 29 ⁰ 40' 47" | 2228 | 42,80 | 15,46 |
| 36 ⁰ 57' 38" | 29 ⁰ 9' 26" | 3348 | 16,65 | 24,49 |
| 37 ⁰ 10' 28" | 29 ⁰ 22' 28" | 1808 | 22,71 | 41,20 |
| 38 ⁰ 12' 25" | 27 ⁰ 11' 32" | 3151 | 48,00 | 6,72 |
| 39 ⁰ 0' 7" | 29 ⁰ 33' 49" | 5017 | 25,79 | 5,17 |
| 38 ⁰ 59' 26" | 29 ⁰ 31' 53" | 5574 | 20,85 | 3,16 |
| 39 ⁰ 36' 59" | 29 ⁰ 59' 58" | 1843 | 37,38 | 28,28 |
| 39 ⁰ 38' 29" | 29 ⁰ 50' 46" | 1918 | 25,89 | 36,44 |
| 39 ⁰ 33' 47" | 29 ⁰ 52' 39" | 2557 | 14,13 | 40,76 |
| 39 ⁰ 36' 33" | 29 ⁰ 50' 2" | 1626 | 28,48 | 38,12 |
| 39 ⁰ 35' 39" | 29 ⁰ 49' 30" | 2022 | 24,92 | 36,27 |
| 39 ⁰ 32' 36" | 29 ⁰ 38' 50" | 2850 | 8,77 | 40,81 |
| 39 ⁰ 34' 46" | 29 ⁰ 45' 42" | 2554 | 15,56 | 38,53 |
| 39 ⁰ 33' 58" | 29 ⁰ 43' 57" | 2603 | 13,51 | 38,58 |
| 39 ⁰ 28' 49" | 29 ⁰ 18' 53" | 3010 | 22,11 | 26,36 |
| 39 ⁰ 29' 49" | 29 ⁰ 20' 2" | 3088 | 19,52 | 27,33 |
| 39 ⁰ 28' 45" | 29 ⁰ 19' 31" | 3347 | 16,50 | 28,18 |
| 39 ⁰ 36' 19" | 29 ⁰ 21' 43" | 3499 | 19,58 | 24,26 |
| 39 ⁰ 28' 2" | 29 ⁰ 17' 41" | 4408 | 18,06 | 17,42 |
| 39 ⁰ 28' 20" | 29 ⁰ 10' 18" | 4312 | 38,13 | 4,12 |
| 39 ⁰ 30' 43" | 29 ⁰ 21' 19" | 4258 | 7,63 | 22,05 |
| 39 ⁰ 9' 47" | 29 ⁰ 15' 54" | 2415 | 35,07 | 17,89 |
| 39 ⁰ 38' 39" | 29 ⁰ 28' 4" | 3744 | 20,19 | 19,85 |
| 39 ⁰ 41' 47" | 29 ⁰ 26' 57" | 3615 | 26,92 | 14,96 |
| 39 ⁰ 41' 21" | 29 ⁰ 22' 44" | 3726 | 12,18 | 25,43 |
| 39 ⁰ 37' 1" | 29 ⁰ 21' 53" | 3525 | 11,62 | 27,38 |

| | | | | | | | | |
|-----------------|-----|-----|-----------------|-----|-----|------|-------|-------|
| 39 ⁰ | 38' | 41" | 29 ⁰ | 28' | 4" | 4390 | 23,85 | 11,15 |
| 39 ⁰ | 40' | 2" | 29 ⁰ | 26' | 28" | 4650 | 19,25 | 12,21 |
| 38 ⁰ | 57' | 54" | 29 ⁰ | 51' | 38" | 2245 | 56,09 | 5,55 |
| 39 ⁰ | 4' | 54" | 27 ⁰ | 32' | 47" | 4931 | 13,43 | 13,56 |
| 39 ⁰ | 6' | 46" | 27 ⁰ | 34' | 27" | 3989 | 24,32 | 11,17 |
| 38 ⁰ | 58' | 21" | 28 ⁰ | 7' | 39" | 3188 | 20,82 | 26,05 |
| 38 ⁰ | 49' | 6" | 28 ⁰ | 2' | 41" | 3528 | 19,47 | 19,44 |
| 39 ⁰ | 6' | 33" | 27 ⁰ | 35' | 29" | 4904 | 5,75 | 17,20 |
| 39 ⁰ | 8' | 32" | 27 ⁰ | 37' | 47" | 3869 | 17,79 | 17,57 |
| 39 ⁰ | 8' | 0" | 27 ⁰ | 35' | 17" | 3395 | 27,02 | 15,91 |
| 39 ⁰ | 9' | 54" | 27 ⁰ | 36' | 10" | 3219 | 22,98 | 18,64 |
| 39 ⁰ | 11' | 20" | 27 ⁰ | 49' | 28" | 2568 | 38,60 | 15,64 |
| 38 ⁰ | 57' | 3" | 28 ⁰ | 7' | 9" | 4081 | 9,96 | 27,60 |
| 39 ⁰ | 2' | 20" | 28 ⁰ | 11' | 47" | 3538 | 22,42 | 24,97 |
| 39 ⁰ | 10' | 21" | 27 ⁰ | 37' | 41" | 3824 | 16,71 | 20,24 |
| 39 ⁰ | 14' | 59" | 27 ⁰ | 43' | 56" | 3727 | 15,22 | 20,31 |
| 38 ⁰ | 40' | 32" | 28 ⁰ | 43' | 10" | 1932 | 36,16 | 24,18 |
| 39 ⁰ | 15' | 22" | 27 ⁰ | 44' | 4" | 2294 | 32,86 | 23,04 |
| 37 ⁰ | 6' | 3' | 27 ⁰ | 55' | 37" | 1268 | 39,35 | 29,49 |
| 36 ⁰ | 8' | 42" | 27 ⁰ | 59' | 37" | 3792 | 11,12 | 26,17 |
| 37 ⁰ | 27' | 60" | 28 ⁰ | 35' | 53" | 2309 | 19,48 | 35,43 |
| 37 ⁰ | 2' | 43" | 28 ⁰ | 2' | 40" | 3745 | 15,67 | 23,50 |
| 37 ⁰ | 16' | 1" | 28 ⁰ | 6' | 46" | 1997 | 18,34 | 40,94 |
| 37 ⁰ | 9' | 53" | 27 ⁰ | 53' | 25" | 2852 | 16,82 | 28,02 |
| 37 ⁰ | 8' | 15" | 27 ⁰ | 53' | 57" | 2375 | 15,11 | 39,25 |
| 37 ⁰ | 4' | 31" | 27 ⁰ | 55' | 45" | 2612 | 12,42 | 38,08 |
| 37 ⁰ | 19' | 15" | 28 ⁰ | 2' | 59" | 2556 | 14,21 | 39,04 |
| 37 ⁰ | 15' | 8" | 28 ⁰ | 15' | 28" | 2453 | 22,32 | 31,17 |
| 37 ⁰ | 14' | 31" | 28 ⁰ | 10' | 34" | 2489 | 20,22 | 35,20 |
| 38 ⁰ | 35' | 52" | 29 ⁰ | 13' | 2" | 2759 | 13,46 | 35,33 |
| 40 ⁰ | 49' | 40" | 35 ⁰ | 42' | 39" | 3832 | 31,93 | 8,69 |
| 40 ⁰ | 51' | 21" | 31 ⁰ | 48' | 60" | 4576 | 12,98 | 13,09 |
| 40 ⁰ | 52' | 46" | 31 ⁰ | 54' | 0" | 5305 | 12,69 | 8,85 |
| 40 ⁰ | 53' | 20" | 31 ⁰ | 59' | 32" | 4899 | 10,85 | 14,17 |
| 40 ⁰ | 15' | 2" | 30 ⁰ | 45' | 59" | 3181 | 11,72 | 30,86 |
| 40 ⁰ | 51' | 59" | 30 ⁰ | 44' | 50" | 4080 | 14,98 | 16,47 |
| 40 ⁰ | 57' | 32" | 33 ⁰ | 52' | 21" | 1942 | 42,47 | 17,96 |
| 40 ⁰ | 57' | 34" | 30 ⁰ | 4' | 10" | 3061 | 26,12 | 19,19 |
| 40 ⁰ | 6' | 21" | 36 ⁰ | 11' | 8" | 3569 | 24,01 | 15,14 |
| 40 ⁰ | 7' | 51" | 31 ⁰ | 42' | 52" | 2669 | 29,52 | 24,69 |
| 40 ⁰ | 48' | 57" | 33 ⁰ | 42' | 4" | 3920 | 24,16 | 13,44 |
| 40 ⁰ | 36' | 51" | 30 ⁰ | 19' | 1" | 2972 | 47,28 | 3,36 |

| | | | | | | | | |
|-----------------|-----|-----|-----------------|-----|-----|------|-------|-------|
| 39 ⁰ | 59' | 12" | 31 ⁰ | 37' | 36" | 3061 | 17,98 | 31,71 |
| 38 ⁰ | 27' | 30" | 31 ⁰ | 49' | 31" | 2195 | 8,31 | 49,12 |
| 37 ⁰ | 34' | 37" | 31 ⁰ | 49' | 44" | 1426 | 11,91 | 57,66 |
| 38 ⁰ | 51' | 30" | 30 ⁰ | 37' | 51" | 3721 | 40,75 | 5,28 |
| 39 ⁰ | 2' | 52" | 37 ⁰ | 20' | 20" | 1380 | 16,07 | 52,00 |
| 39 ⁰ | 8' | 16" | 36 ⁰ | 0' | 32" | 2953 | 13,09 | 31,09 |
| 39 ⁰ | 48' | 11" | 35 ⁰ | 12' | 9" | 5317 | 5,21 | 14,81 |
| 38 ⁰ | 11' | 10" | 36 ⁰ | 14' | 31" | 1273 | 28,08 | 38,86 |
| 37 ⁰ | 35' | 15" | 30 ⁰ | 15' | 10" | 2979 | 10,51 | 35,83 |
| 38 ⁰ | 20' | 56" | 30 ⁰ | 52' | 18" | 2335 | 23,23 | 30,16 |
| 36 ⁰ | 39' | 5" | 32 ⁰ | 44' | 57" | 3760 | 13,19 | 24,20 |
| 36 ⁰ | 38' | 47" | 32 ⁰ | 46' | 19" | 3786 | 18,12 | 18,38 |
| 36 ⁰ | 36' | 25" | 32 ⁰ | 49' | 58" | 3670 | 18,79 | 17,47 |
| 36 ⁰ | 36' | 15" | 32 ⁰ | 49' | 38" | 4157 | 6,86 | 23,22 |
| 37 ⁰ | 8' | 7" | 30 ⁰ | 33' | 48" | 2727 | 25,10 | 24,40 |
| 37 ⁰ | 49' | 41" | 37 ⁰ | 43' | 14" | 1736 | 14,54 | 49,07 |
| 39 ⁰ | 49' | 43" | 42 ⁰ | 41' | 45" | 2534 | 24,21 | 28,03 |
| 40 ⁰ | 3' | 13" | 41 ⁰ | 57' | 56" | 1185 | 43,46 | 25,07 |
| 40 ⁰ | 33' | 53" | 42 ⁰ | 2' | 48" | 5141 | 19,04 | 5,37 |
| 40 ⁰ | 21' | 56" | 41 ⁰ | 0' | 57" | 2198 | 18,68 | 38,51 |
| 40 ⁰ | 34' | 20" | 42 ⁰ | 4' | 29" | 4916 | 22,23 | 5,13 |
| 39 ⁰ | 51' | 2" | 40 ⁰ | 36' | 20" | 5301 | 29,33 | 1,20 |
| 38 ⁰ | 12' | 58" | 37 ⁰ | 16' | 8" | 1482 | 16,89 | 50,03 |
| 38 ⁰ | 13' | 9" | 37 ⁰ | 16' | 16" | 1530 | 16,92 | 49,33 |

EK-2

Örnek Yerleri

1. Edirne – Demirhanlı – Karayusuflu
2. Edirne – Demirhanlı – Hacıumur
3. Edirne – Meriç – Küçükdoğanca
4. Edirne – Keşan – Beğendik
5. Edirne – Keşan – Beğendik
6. Edirne – Keşan – Paşayiğit
7. Edirne – Keşan – Küçükdoğanca
8. Edirne – Keşan – Küçükdoğanca
9. Edirne – Keşan – Yenimuhacir
10. Edirne – Keşan – Çobançeşmesi
11. Edirne – Keşan – Karacaali
12. Edirne – Keşan – Çobançeşmesi
13. Edirne – Uzunköprü – Türkobası
14. Edirne – Uzunköprü – Gazialı
15. Edirne – Uzunköprü – Harmanlı
16. Edirne – Uzunköprü – Çavuşlu
17. Edirne – Uzunköprü – Harmanlı
18. Edirne – Uzunköprü – Harmanlı

19. Edirne – Uzunköprü – Karaburçak
20. Edirne – Uzunköprü – Karaburçak
21. Edirne – Uzunköprü – Kestanbolu
22. Edirne – Uzunköprü –Kestanbolu
23. Edirne – Uzunköprü – Meşelik
24. Edirne – Uzunköprü – Küçükdoğanca
25. İstanbul – Ağaçlı
26. İstanbul - Ağaçlı
27. İstanbul - Ağaçlı
28. İstanbul – Şile - Toplutepe
29. Kırklareli – Pınarhisar – Tozaklı
30. Kırklareli - Pınarhisar
31. Kırklareli – Pınarhisar - Poyralı
32. Kırklareli – Pınarhisar - Akören
33. Tekirdağ – Topçular
34. Tekirdağ – Saray – Edirköy
35. Tekirdağ – Malkara – Sarıyar
36. Tekirdağ – Malkara – Çifteköprüler
37. Tekirdağ – Malkara – Hasköy
38. Tekirdağ – Malkara – Hasköy

39. Tekirdağ – Malkara – Ahmetpaşa
40. Tekirdağ – Malkara – Kürtüllü
41. Tekirdağ – Malkara – Kürtüllü
42. Tekirdağ – Malkara – Pirinççeşme
43. Tekirdağ – Malkara – Davuteli
44. Tekirdağ – Malkara – Batkın
45. Tekirdağ – Malkara – Karamurat
46. Tekirdağ – Malkara – Kırıkali
47. Tekirdağ – Malkara – Ortadere
48. Tekirdağ – Malkara – Bağlariçi
49. Tekirdağ – Malkara – Davuteli
50. Tekirdağ – Malkara – Davuteli
51. Tekirdağ – Malkara – Davuteli
52. Balıkesir – Dursunbeyli – Odaköy
53. Balıkesir – Dursunbeyli – Çakırca
54. Balıkesir – Dursunbeyli – Hamzacık
55. Balıkesir – Kepsut - Seçdere
56. Balıkesir – Balya – Mancılık
57. Balıkesir – Sındırgı – Kınık
58. Balıkesir – Balya - Bengiler

59. Balıkesir – Gönen – Çatak
60. Balıkesir – Gönen – Sebepli
61. Balıkesir – Gönen – Tütüncü
62. Balıkesir – Balya– Dereköy
63. Balıkesir – Gönen – Şaroluk
64. Bursa – Orhaneli – Burmu
65. Bursa – Harmancık – Kozlu
66. Bursa – Keles – Harmanalan
67. Bursa – Mustafakemalpaşa – Çaltılıbük
68. Bursa – Mustafakemalpaşa – Karacalar
69. Bursa – Mustafakemalpaşa – Alpagut
70. Çanakkale – Yenice – Çırpıca
71. Çanakkale – Yenice – Kalkım – Örencik
72. Çanakkale – Çan – Etili
73. Çanakkale – Çan – Yeniçeri
74. Çanakkale – Çan – Durali
75. Çanakkale – Çan – Çomaklı
76. Yalova- Safran
77. Afyon – Sincalı – Karacaören
78. Afyon –Şuhut – İsalı

79. Aydın – Bozdoğan – Krteke
80. Aydın – İncirlioiva – İkidere
81. Aydın – Nazilli – Hasköy
82. Aydın – Koçarlı – Mersinbeleni
83. Aydın – Kşk – Başçayır
84. Aydın – Kşk – Kızılıcayer
85. Aydın – Dalama – Kuloğlu
86. Aydın – Kuyucak – Sarıcaova
87. Aydın – şahinali
88. Aydın – Ske
89. Denizli – Kale – Demirciler
90. Denizli – Sazak – Bostanyeri
91. Denizli – Kale – Kurbalık
92. Denizli – Çivril – Üçtepeler
93. Denizli – Çivril – Üçtepeler
94. Denizli – Çivril – Tokça
95. Denizli – Sarayköy – Kabaagaç
96. Denizli – Çardak – Hayrettin
97. Denizli – Çameli – Karabayır
98. Denizli – Çameli – Cumaalanı

99. İzmir – Cumaovası – Bahçecik
100. Kütahya- Gediz- Gökler
101. Kütahya - Seyitömer- Sazköy
102. Kütahya - Seyitömer- Sırören
103. Kütahya - Seyitömer- Darıca
104. Kütahya - Seyitömer- Aslanlı
105. Kütahya - Seyitömer- Kızık
106. Kütahya - Seyitömer- Gülbektepe
107. Kütahya - Seyitömer- Çobanköy
108. Kütahya - Seyitömer- Kepez
109. Kütahya - Seyitömer- İsaköy
110. Kütahya - Tavşanlı- Opanöz
111. Kütahya - Tavşanlı- Emirler
112. Kütahya - Tavşanlı- Leylekırın
113. Kütahya - Tavşanlı- Yeniköy
114. Kütahya - Tavşanlı- Dereli
115. Kütahya - Tavşanlı- Değirmisaz
116. Kütahya - Tavşanlı
117. Kütahya – Hisarcık - ÇAtak
118. Kütahya- Tunçbilek – Hamitabat

119. Kütahya- Tunçbilek – Ömerler
120. Kütahya – Tunçbilek – Karakaya
121. Kütahya – Tunçbilek – GLİ
122. Kütahya – Tunçbilek – GLİ
123. Kütahya – Tunçbilek – GLİ
124. Kütahya – Altıntaş – Oysu
125. Manisa – Soma – Eynez
126. Manisa – Soma – Işıklar
127. Manisa – Akhisar – Dağdere
128. Manisa – Akhisar – Kavakalan
129. Manisa – Soma – Kısırkdere
130. Manisa – Soma – Sarıkaya
131. Manisa – Soma – Elmalı
132. Manisa – Soma – Darkale
133. Manisa – Kırkağaç – Gelenbe
134. Manisa – Gördes – Çıtak
135. Manisa – Gördes – Kalemoglu
136. Manisa – Soma – Tarhala
137. Manisa – Soma – Deniz I
138. Manisa – Kula- Pabuçlu

139. Manisa – Soma – Daniş II
140. Muğla – Milas – akıralan
141. Muğla – Milas – Alatepe
142. Muğla – Göktepe – Berdik
143. Muğla – Yerleşik – Kultak
144. Muğla – Yatağan – Bağyaka
145. Muğla – Milas – Ekizköy
146. Muğla – Milas – Sekköy
147. Muğla – Milas – Husamlar
148. Muğla – Yatağan – Eskihisar
149. Muğla – Yatağan – Bayır
150. Muğla – Yatağan – Tınaz
151. Uşak – İlyaslı
152. Amasya – Suluova – Eskiçeltek
153. Bolu – Mengen – Merkezler
154. Bolu – Mengen – Gökçesu
155. Bolu – Mengen – Gökçesu
156. Bolu – Göynük – Himmetoğlu
157. orum – Alpagut – Dodurga
158. Kastamonu – Aspiras – Dodurga

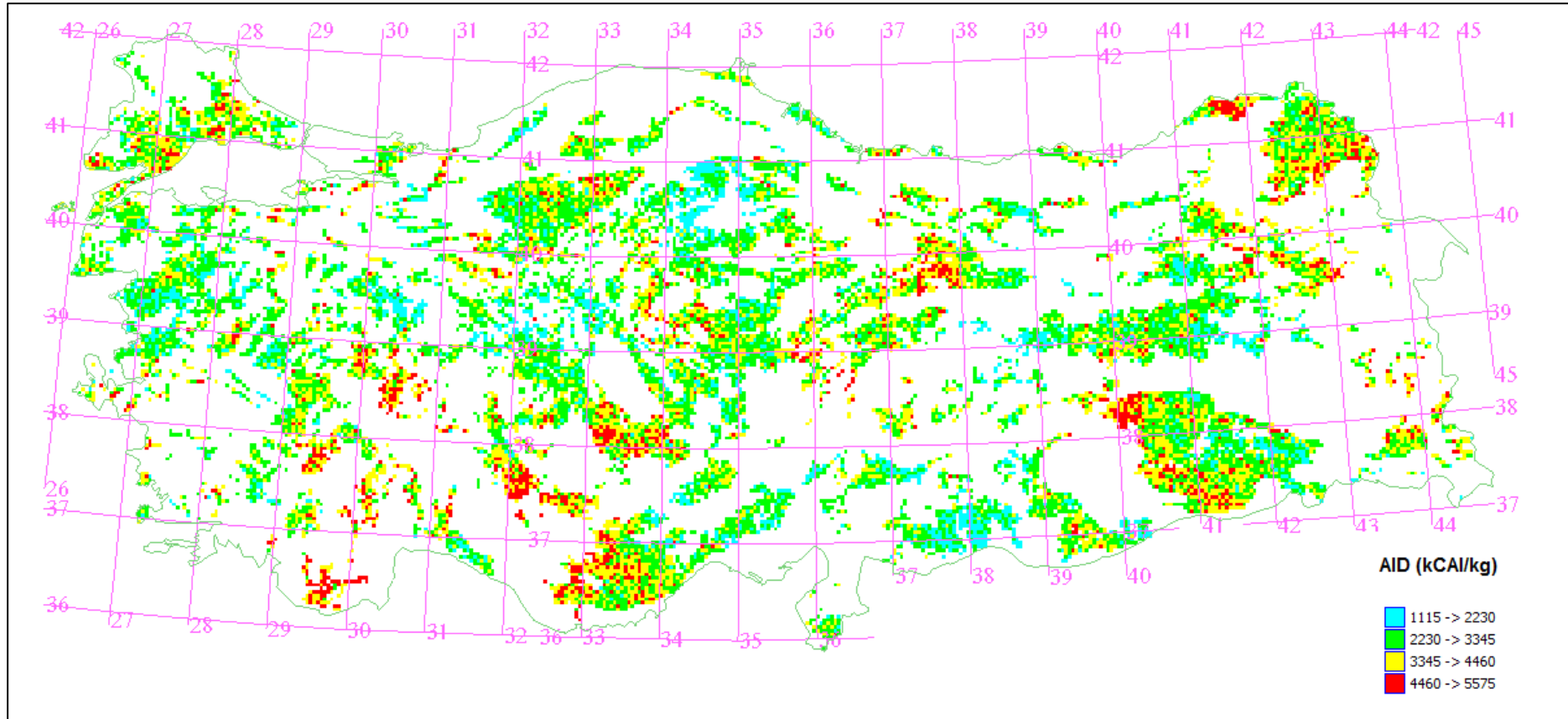
159. Kastamonu – Tosya – Karhın
160. Tokat – Artova
161. Ankara – Beypazarı – Çayırhan
162. ankırı – Ilgaz – Ilıslık
163. orum - Bayat- Karaköy
164. Eskişehir- Mihaliçcık – Koyunağılı
165. Konya – Ilgın – Haremi
166. Konya – Seydişehir – Bayavşar
167. Nevşehir- Gülşehir- Dadağı
168. Sivas – Kangal – Kalburçayırı
169. Sivas – Gemerek
170. Yozgat – Sorgun – Yeniçeltik
171. Adana – Tufanbeyli – Yamanlar
172. Burdur – Elmalıyurt – Pınaz
173. Isparta – Yalvaç – Yukarıkaşıkara
174. Karaman – Ermenek – Tepebaşı
175. Karaman – Ermenek – Cenne
176. Karaman – Ermenek – anakcı
177. Karaman – Ermenek – anakcı
178. İçel - Çamlıyayla

179. Adıyaman – Gölbaşı
180. Erzurum – Horasan – Aliçeyrek
181. Erzurum – Horasan – Sütkans
182. Erzurum – Horasan – Balkaya
183. Erzurum – Horasan – Karahan
184. Erzurum – Horasan – Balkaya
185. Erzurum – Horasan – Kükürtlü
186. K.maraş – Elbistan – Kışlaköy
187. K.maraş – Elbistan – Kışlaköy

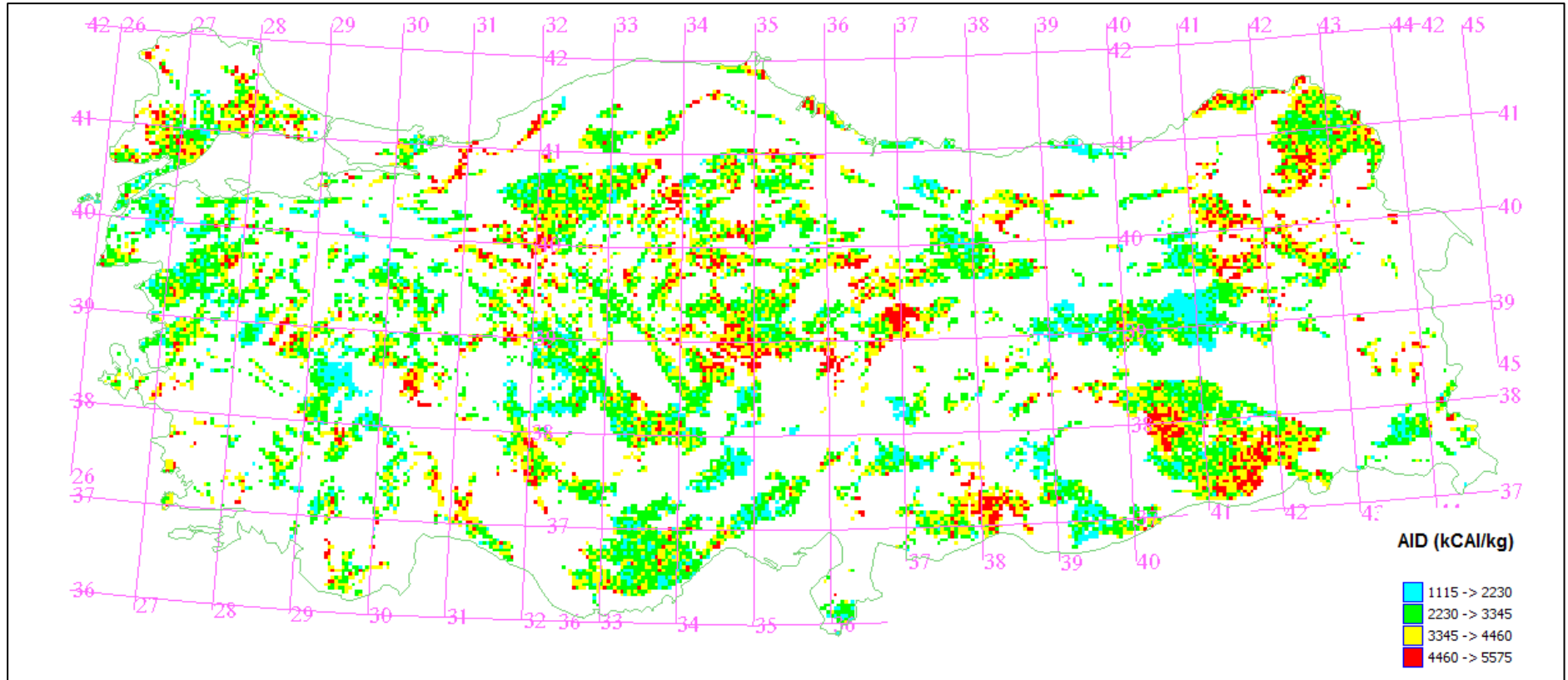
Not : Lokasyonlar bağı olduğu il merkezlerine göre değil, bulunduğu coğrafi bölge esas alınarak verilmiştir.

EK - 3

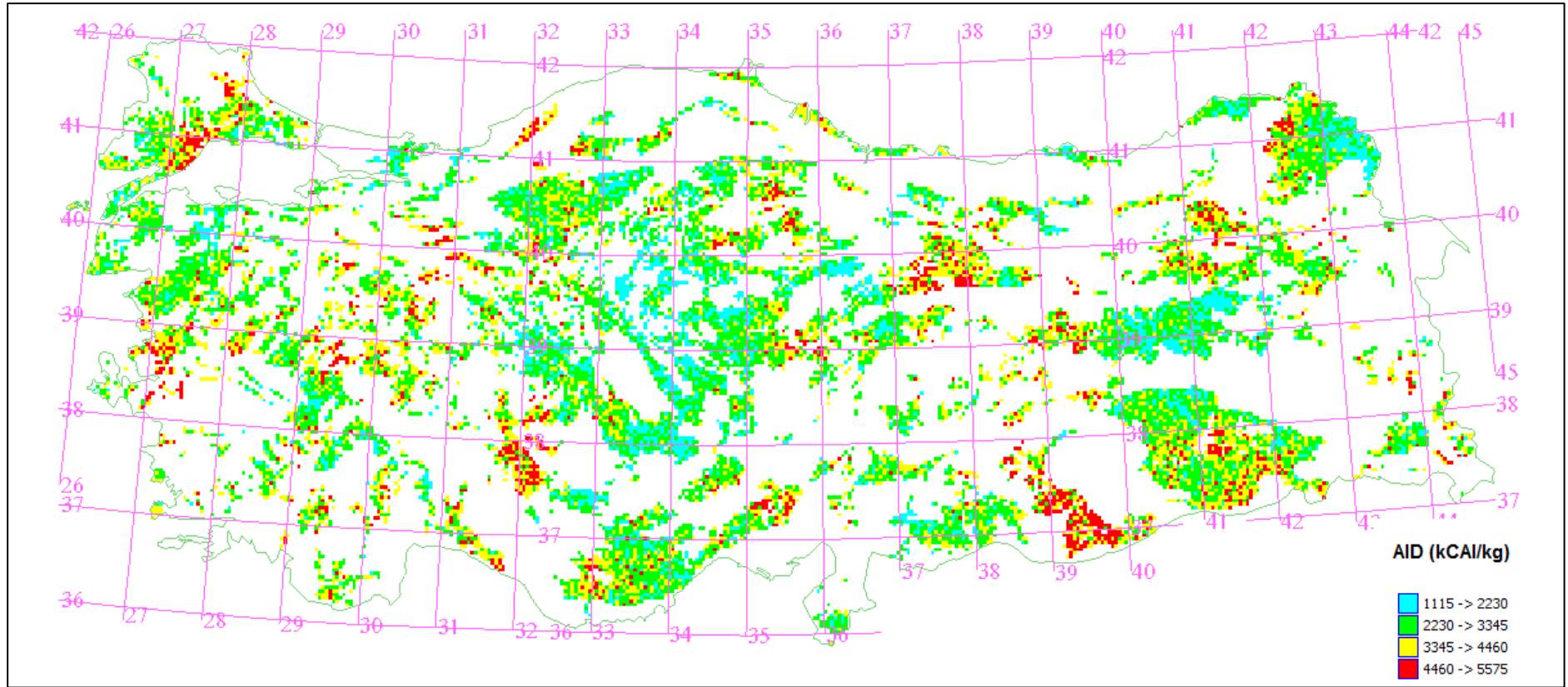
AID, kl ve nem değişkenlerine ait 1.nci, 25.nci ve 50.nci benzetimler sırası ile Şekil Ek-3.1, Şekil Ek-3.2, Şekil Ek-3.3, Şekil Ek-3.4, Şekil Ek-3.5, Şekil Ek-3.6, Şekil Ek-3.7, Şekil Ek-3.8, Şekil Ek-3.9'da sunulmuştur.



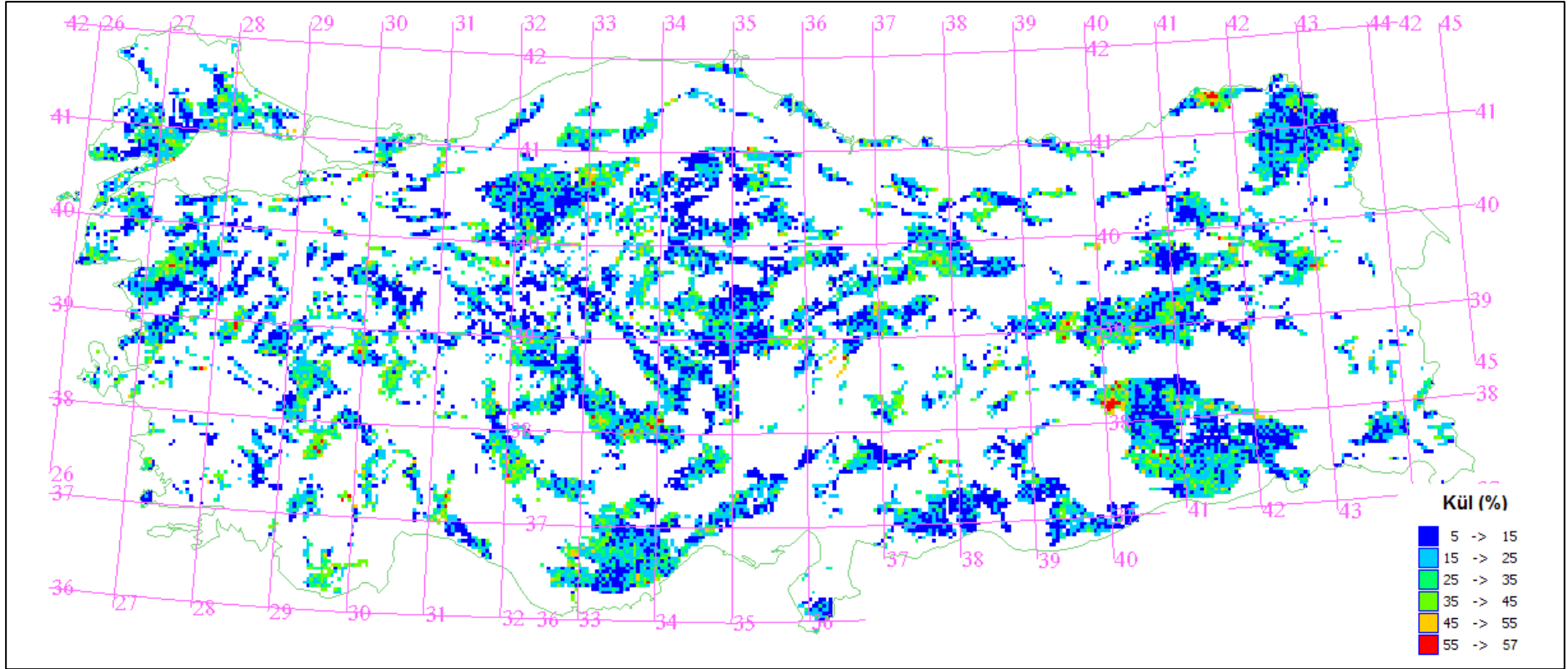
Şekil Ek-3.1 AID'nin Tersiyer sınırlar içinde 1.nci benzetimi



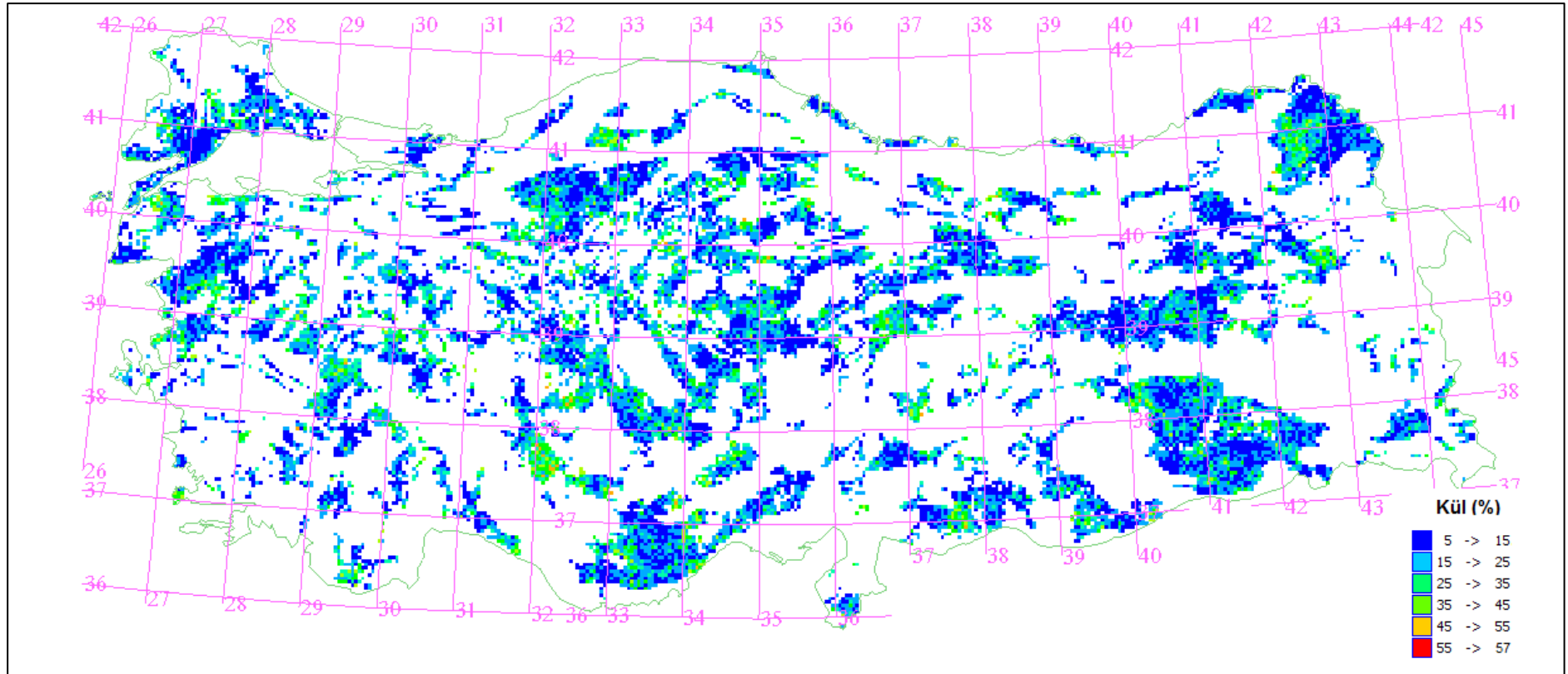
Şekil Ek-3.2 AID'nin Tersiyer sınırlar içinde 25.nci benzetimi



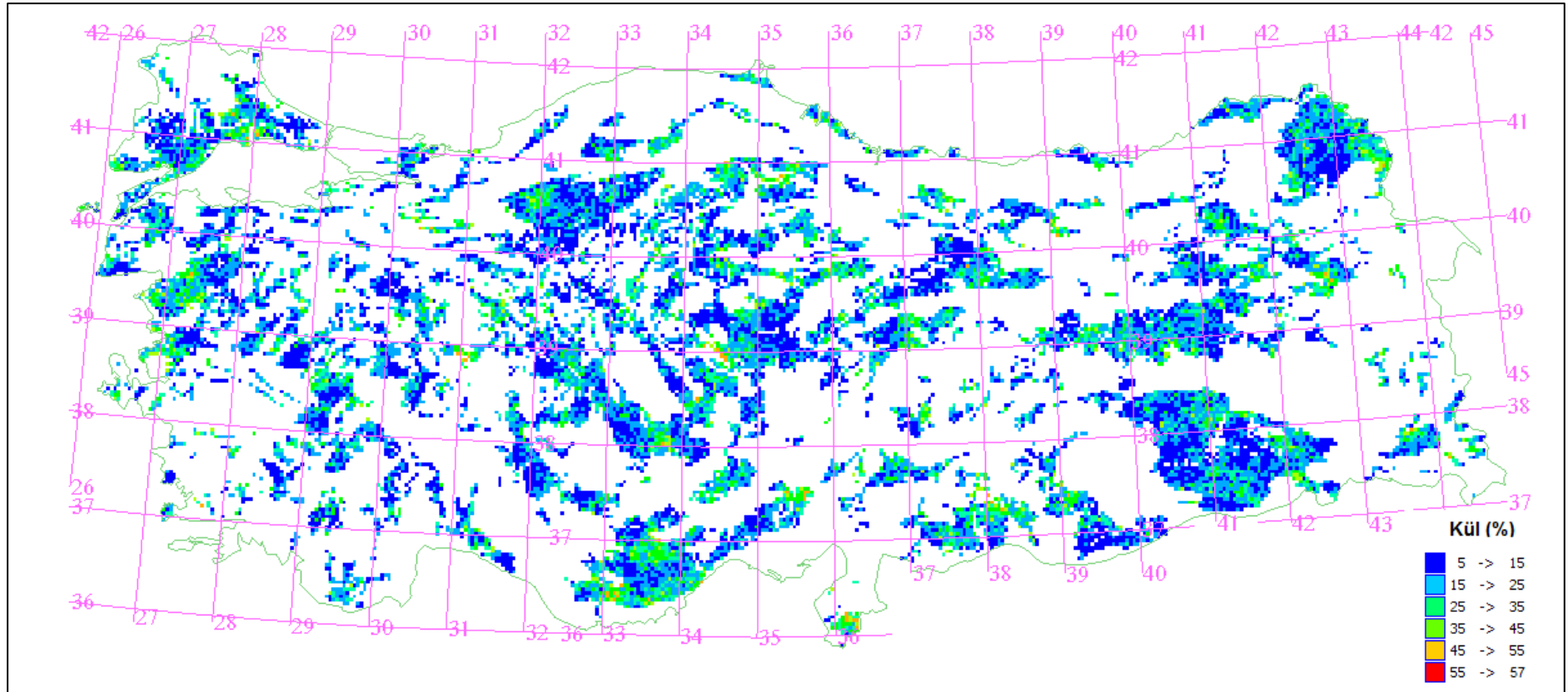
Şekil Ek-3.3 AID'nin Tersiyer sınırlar içinde 50.nci benzetimi



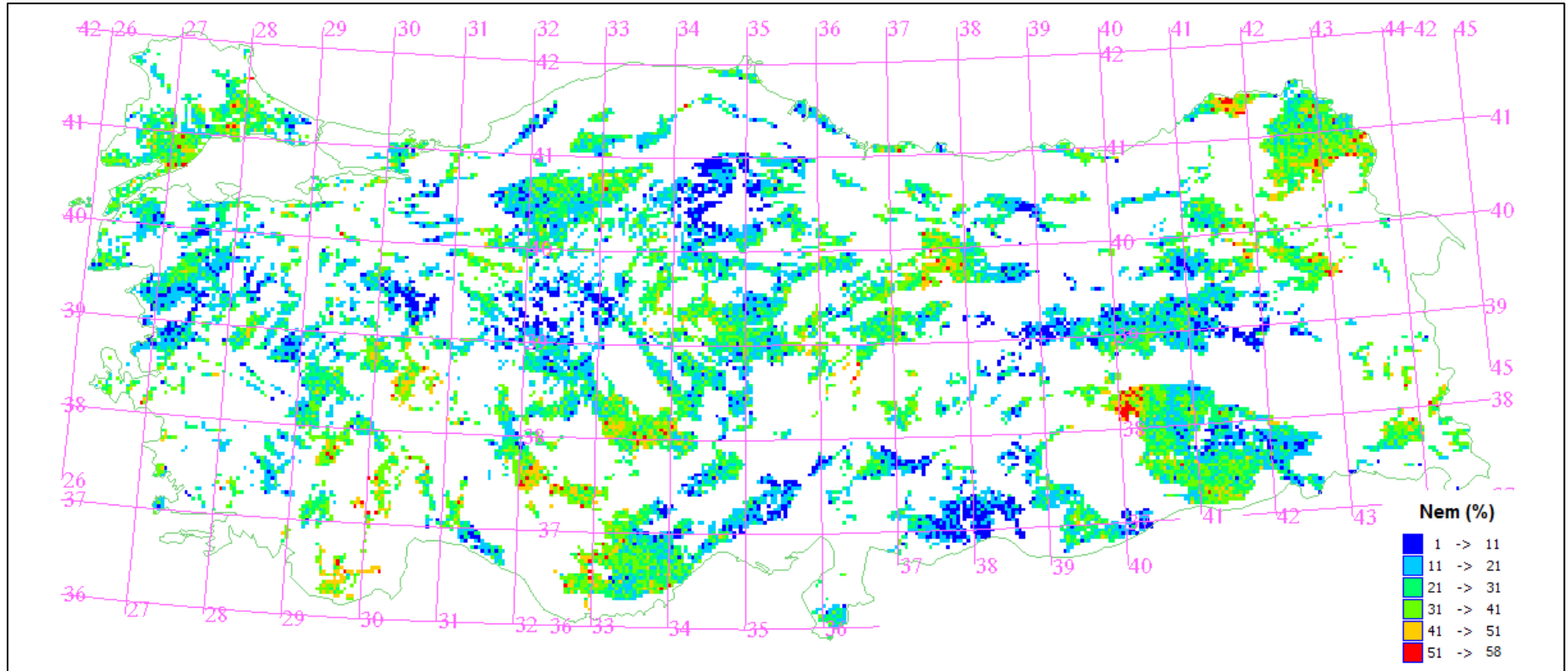
Şekil Ek-3.4 Külün Tersiyer sınırlar içinde 1.nci benzetimi



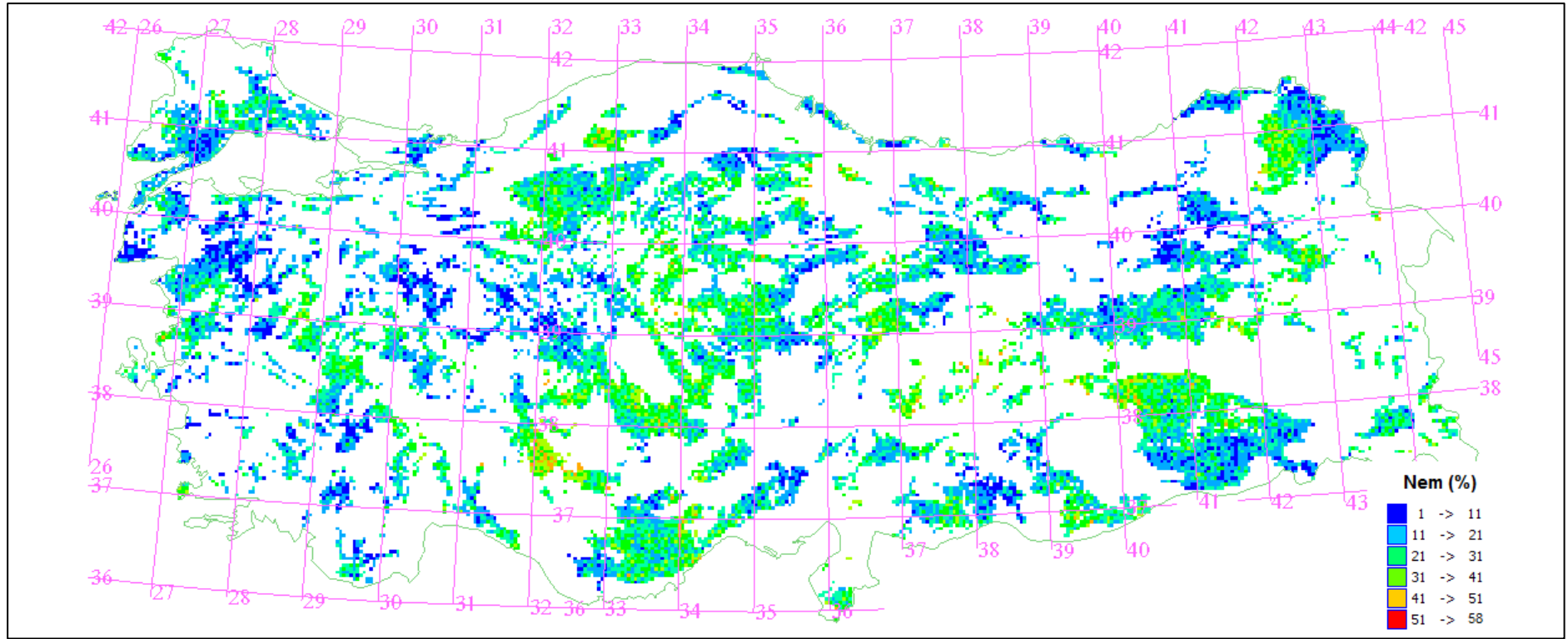
Şekil Ek-3.5 Külün Tersiyer sınırlar içinde 25.nci benzetimi



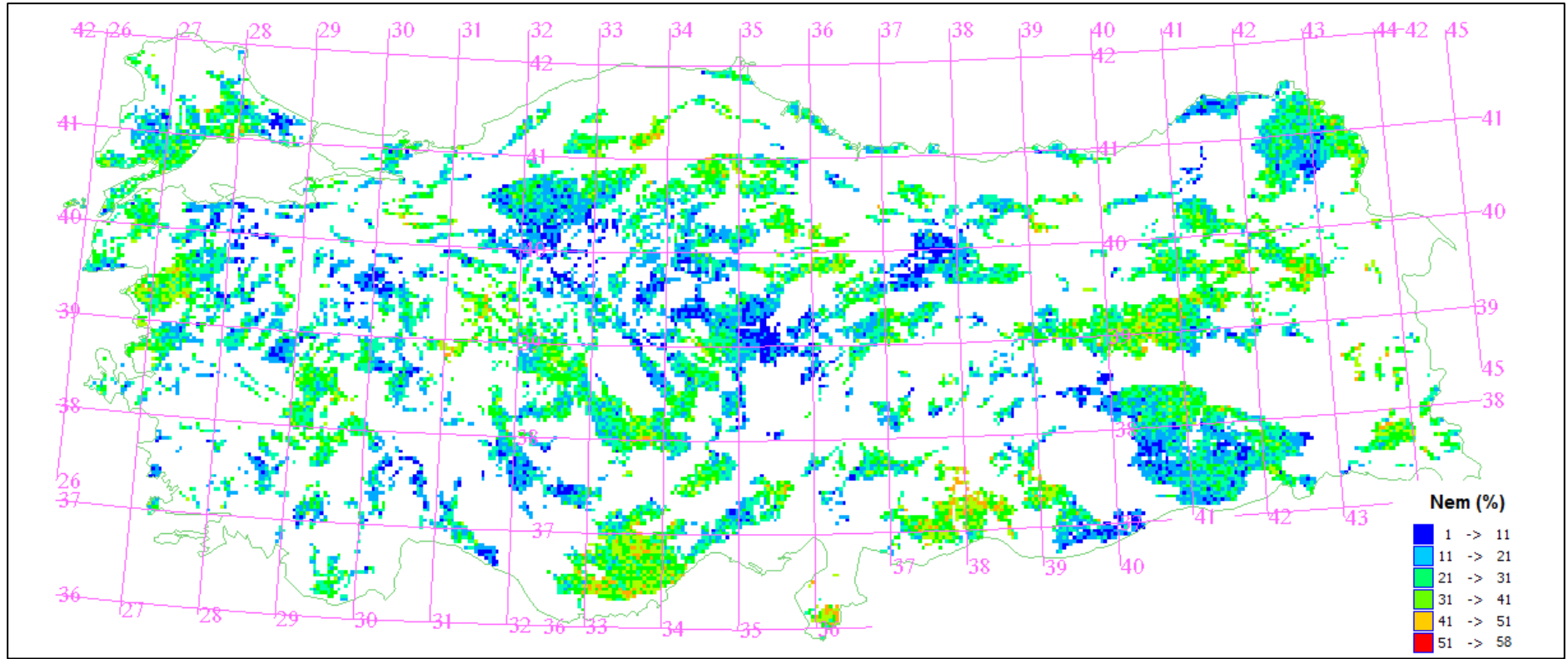
Şekil Ek-3.6 Külün Tersiyer sınırlar içinde 50.nci benzetimi



Şekil Ek-3.7 Nemin Tersiyer sınırlar içinde 1.nci benzetimi



Şekil Ek-3.8 Nemin Tersiyer sınırlar içinde 25.nci benzetimi



Şekil Ek-3.9 Nemin Tersiyer sınırlar içinde 50.nci benzetimi

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Fırat ATALAY

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Yılı : 1985

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise 1999 – 2003: Hacı Ömer Tarman Anadolu Lisesi

Lisans 2003 – 2008: Hacettepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü

Yan Dal 2006 – 2008: Hacettepe Üniversitesi, İşletme Bölümü

Yabancı Dil

İngilizce

İş Tecrübesi

2009 – 2011 Araştırma Görevlisi (Hacettepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Maden İşletmesi Ana Bilim Dalı)