FARKLI ÇÖZÜNÜRLÜKLERDEKİ UYDU GÖRÜNTÜLERİ VE BÜYÜK ÖLÇEKLİ HARİTALARDAN YARARLANARAK EKİLİ ALANLARIN İZDÜŞÜM VE YÜZEY ALANLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Kadriye Cansu BERBER¹, Füsun BALIK ŞANLI², Melih BAŞARANER²

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Uzaktan Algılama ve CBS Programı, 34220, Esenler, İstanbul, cansu_cebcioglu@hotmail.com

²Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, Esenler, İstanbul {fbalik, mbasaran}@yildiz.edu.tr

ÖZET

Planimetrik (izdüşüm) alan hesaplarında yüzeydeki eğim değişimleri dikkate alınmamaktadır. Bu durum planimetrik alan ve yüzey alanı hesapları arasında belirgin farkların oluşmasına neden olmaktadır. Günümüzde ekili arazi alan değerleri, genellikle planimetrik alan değerleri şeklinde elde edilmektedir. Öte yandan, bu tür araziler için yüzey alanının bilinmesi daha doğru rekolte tahmini için önemlidir. Bu nedenle, bu çalışmada planimetrik ve yüzey alanlarının karşılaştırılması ve düzenli eğim aralıkları için planimetrik alandan yüzey alanına geçiş için kullanılabilecek katsayıların bulunmasını amaçlanmaktadır. Uygulamada rastgele kare ve dikdörtgen şekilli çokgenler sayısallaştırılmış ve bu çokgenlerin yazılım aracılığıyla planimetrik ve yüzey alanı değerleri ve ortalama eğim değerleri elde edilmiştir. Bu değerler aracılığıyla her bir eğim aralığı için sabit bir katsayı değeri üretilmiştir. Elde edilen sabit katsayı değerleri sayısallaştırılan çokgenlerin planimetrik alan değerleri ile çarpılarak yüzey alan değerleri elde edilmiştir. Dolayısıyla, arazilerin ortalama eğim ve planimetrik alan bilgisi mevcut ise bu katsayı değerleri kullanılarak yüzey alanlarına oldukça yakın değerlerin daha pratik bir biçimde elde edilebileceği gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler: eğim, ekili alanlar, planimetrik alan, sayısal arazi modeli (SAM), yüzey alanı

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PROJECTED AND SURFACE AREAS OF CULTIVATED AREAS TROUGH MULTI-RESOLUTION SATELLITE-IMAGERIES AND LARGE-SCALE MAPS

This study aims to reveal the the difference between the projected and actual surface areas of cultivated land areas. This causes very large differences between the planimetric area calculations and the three dimensional surface area calculations. Today, cultivated land area values are generally obtained as planimetric area values. On the other hand, knowing the surface area for such land is important for more accurate yield estimation. Therefore, in this study, it is aimed to compare the planimetric and surface areas and to find the coefficients that can be used for the transition from the planimetric area to the surface area for regular slope intervals. In practice, randomly selected square and rectangular polygons are mostly digitized and planimetric and surface area values and average slope values are obtained through software of these polygons. Using these results, a constant coefficient value was generated for each slope value. Therefore, if the average slope and planimetric field data are available, it is shown that these coefficient values can be used to obtain values that are very close to the surface areas in a more practical way.

Keywords: slope, cultivated land, planimetric area, digital terrain model (DTM), surface area

1. GİRİŞ

Ülkelerin ekonomik gelişimlerinde ve bu gelişimi yönlendirecek sağlıklı politikaların izlenmesinde tarımsal verilerin kayıt altına alınması önemli bir süreçtir. Hızla artan ülke nüfusu göz önünde bulundurulduğunda tarımsal üretim ve tüketim tahminlerinin zamanında ve sistemli bir şekilde yapılmasının gerekliliği ortadadır. Engebeli ve eğimli arazilerde yüzey alanı değerleri, planimetrik alan değerlerinden belirgin sapmalar göstermektedir. Ekili alanlara yönelik rekolte tahmini hesapları yaygın olarak planimetrik alan üzerinden yapılmaktadır. Bununla birlikte, tarımsal faaliyetler farklı eğime sahip araziler üzerinde gerçekleştirilmektedir. Bu da gerçekte ekili alanın planimetrik alana değil yüzey alanına karşılık geldiği anlamına gelmektedir. Yüzey alan değerinin hesabı, arazi eğiminin dikkate alınmasını gerektirmektedir. Pratikte, bir arazinin yükseklik ve dolayısıyla eğim bilgisini elde etmek için sayısal arazi modeli (SAM) verilerine gereksinim vardır. Bu da ek veri ve işlem anlamına geldiği için tarımsal uygulamalarda yaygın olarak yükseklik bilgisi içermeyen haritalar ve coğrafi verilere dayalı olarak hesaplanan planimetrik alan değerleri kullanılmaktadır. Bunun sonucunda, rekolte tahmin doğruluğu etkilenmektedir.

Yüzey alanı değerlerinin elde edilmesine yönelik çeşitli çalışmalar mevcuttur. Hobson (1972) gerçek yüzey alan değerlerinin tahmin edilmesi kavramını ve bu alanların hesaplanması konusundaki ilk çalışmaları ortaya koymaktadır. Beasom (1983), arazi yüzey engebesinin belirlenmesinde, yükseklik eğrili haritalar üzerinden yükseklik eğrilerinin ve dayanak noktalarının kesişimlerine dayanan bir yöntem önermektedir. Jenness (2004) gerçek yüzey alan değerlerinin, başta arazi analizleri ve yaban hayatı yaşam alanı çalışmalarında kullanılmak üzere doğru hesaplanmasını gerektiren birçok neden olduğunu ortaya koyan bir çalışma sunmaktadır. Yaban hayatı yaşam alanlarının tespit edilmesinde, arazi engebe özelliğinin dikkate alınarak gerçek yüzey alan değerlerinin hesaplanması ile söz konusu alanların arazi topoğrafyası düşünülmeden planimetrik alan hesabı ile belirlenmesi arasında önemli bir fark olduğunu ifade etmektedir. Bu amaçla çalışmada, gerçek yüzey alan değer hesabına ulaşmada kullanılabilecek, doğrudan SAM üzerinden grid yüzey alan değerlerini hesaplayan basit bir yöntem önermektedir. Bu yöntem ile hesaplanan yüzey alan değerlerinin, Düzensiz Üçgen Ağı (TIN-Triangulated Irregular Network) kullanılarak üretilen gerçek yüzey alan değer hesaplarına göre daha az doğru olma eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Topografik arazi engebesinin dikkate alındığı gerçek yüzey alan hesaplarında TIN ve grid kullanılarak elde edilen değerlere ilişkin karşılaştırmalı bir çalışma sunmaktadır. Fernandes vd. (2013) arazi yüzeylerinin gerçek ve planimetrik yüzey alan değerleri arasındaki farkın çalışma alanı olarak seçilen Tijuca masifinin dik eğimli geçekodu alanlarında artış gösterdiğini ele alan bir uygulama sunmaktadır. Geçekodu bölgelerinde gerçek ve planimetrik yüzey alan değerlerini hesaplamıştır. Planimetrik yüzey alan değerlerini toplamda yaklaşık 7.52 km² olarak hesaplarken bu alanların gerçek yüzey alan değerlerini 8.31 km² olarak hesaplamıştır. Dolayısıyla 0.79 km² lik ya da % 9.55'lik bir fark tespit etmiştir. Araziyi üç boyutlu (3B) değerlendirmenin ve özellikle engebeli alanlar için arazi morfolojisinin hesaba katılmasının önemi üzerinde durmuştur. Planimetrik yüzey alan değer hesapları ile geçekodu alanlarının olması gerektiğinden daha az, nüfus ve hane halkı yoğunluğunun ise daha fazla tahmin edildiğini ortaya koyan bir çalışma sunmaktadır. Rashid (2010) Hindistan'ın Cammu ve Keşmir Eyaleti'nin gerçek yüzey alan değerini ortaya koyan bir çalışma sunmaktadır. Engibeli arazilerin arazi yüzey alan değerlerinin hesaplanmasında, temel gereksinimlerden biri olan eğim haritaları, Hindistan Hükümeti Savunma Bakanlığının harita sınırlama politikaları nedeniyle bazı eyaletler için yasaklanmıştır. Bu nedenle, çalışma alanının eğim haritalarının üretilmesi amacıyla Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) aracılığıyla Interferometric Synthetic Aperture Radar (IFSAR) uydu verilerinden yararlanmıştır. 3B yüzey alan değerlerinin hesaplanmasında 90 m çözünürlüğe sahip bu verilerin yeterli olmadığı fakat eyalet tarafından kullanılmakta olan iki boyutlu (2B) planimetrik alan değerlerine göre daha gerçekçi ve daha doğru sonuçların elde edildiği bir uygulama sunmaktadır.

Yüksek çözünürlüklü uydu verilerinin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Uydu verilerinin en önemli kullanım alanlarından biri de tarımdır. Tarım ürünleri ekiminin zaman, yer ve miktarının önceden belirlenebilmesi, ürün gelişimlerinin takibi vb. konular uydu görüntüleri aracılığıyla gerçekleştirilebilmektedir (Yalnız ve Aksoy, 2009).

Bir yerin planimetrik alanı ile yüzey alanı arasındaki fark arazi engebesi hakkında bilgi verir. Gerçekte ürünün ekili olduğu alan planimetrik alan değil eğim faktörünün de dikkate alındığı yüzey alanıdır. Yüzey alan değerlerinin hesaplanmasında eğim faktörü ve yükseklik bilgisinin de hesaba katılması ile doğru bir (ürün deseni ve kapladığı alan hesabı) yüzey alan bilgisi elde edilmiş olacaktır. Şekil 1.1'de planimetrik alan ile yüzey alanları arasındaki fark görülmektedir (Rashid, 2010).

Şekil 1.1 Planimetrik alan ve yüzey alanı (Rashid, 2010).

Uydu görüntülerinden konuma bağlı bilgi üretiminde arazinin dağlık ve engebeli bir yapıya sahip olması dikkate alınması gereken bir husustur. Uydu görüntülerinden engebeli alanlara göre düz alanlarda konum doğruluğu

açısından daha uygun sonuçlar elde edilmektedir. Ayrıca, arazinin engebeli yapısı; ortogörüntü, harita üretimi ve SAM verisi elde etme gibi işlemlerde sorunlara neden olmaktadır (Topan vd., 2014).

Bu çalışma, ekili alanlar açısından yukarıda söz edilen problemin giderilmesine yönelik pratik bir yöntem geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, arazinin ortalama eğim değerinin bilinmesi durumunda planimetrik alan değerinden yüzey alan değerinin elde edilmesine yönelik düzenli eğim aralıkları için katsayılar üretilmesi hedeflenmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Yer yüzeyi düzenli bir yapıya sahip olmadığı için yükseklik noktadan noktaya değişiklik göstermektedir. Yüksekliğin her noktada ölçülmesi ise imkânsız bir durumdur. Dolayısıyla ölçüm yapılan noktaların dışında kalan yüzey değerleri modelleme yani ara değer enterpolasyonu ile belirlenir (Yanalak, 2001).

Yüzeyler, grid veya TIN olarak modellenmektedir. Her modelin kendine göre ayrı bir avantaj ve dezavantajı vardır. Gridler, yüzeylerin daha basit modelleridir. Grid hücrenin temsil ettiği alanın büyüklüğü, grid hücresi çözünürlüğü olarak tanımlanmaktadır SAM verilerine grid formatta rahatlıkla erişilebilmektedir. TIN'ler, yüzey ve özelliklerinin daha doğru bir şekilde gösterimini sağlamakla birlikte, çoğunlukla veri toplama işlemi çaba gerektirmektedir (Zeiler, 1999, Huisman ve de By, 2009).

TIN temelli SAM bilgisi mevcut ise, öncelikle üçgenlerin her birinin yüzey alanı değeri hesaplanır. Köşe koordinat değerleri (x, y, z) bilinen bir üçgenin yüzey alanı (S_{Δ}), Eşitlik (1) ile hesaplanmaktadır (Li vd., 2004).

$$S_{\Delta} = \sqrt{P(P - D_1)(P - D_2)(P - D_3)} \quad (1)$$

Bu eşitlikte D bir üçgenin kenar uzunluklarını ifade etmektedir. D sırasıyla (2), (3) ve (4) Eşitlikleri ve P değeri ise Eşitlik (5) ile hesaplanmaktadır.

$$D_1 = \sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2 + (z_3 - z_2)^2} \quad (2)$$

$$D_2 = \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2 + (z_3 - z_1)^2} \quad (3)$$

$$D_3 = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2} \quad (4)$$

$$P = \frac{1}{2}(D_1 + D_2 + D_3) \quad (5)$$

Bölgenin yüzey alan değeri (S), üçgen yüzey alanlarından Eşitlik (6) ile elde edilmektedir. n ise yüzeyi kaplayan üçgen sayısını ifade etmektedir.

$$S = \sum_{i=1}^n S_{\Delta,i} \quad (6)$$

Hem vektör hem de grid hâlindeki CBS sistemleri genel olarak haritadaki detayların planimetrik alan değerlerini vermektedir. Grid tabanlı alan hesaplarında, tek bir grid hücrenin planimetrik alan değeri ile grid hücre adedi çarpılarak toplam alan değeri hesaplanmaktadır. Bununla birlikte, ilgili SAM mevcutsa, her bir grid hücrenin eğimi hesaplanmakta ve bu bilgiler planimetrik alan değerlerinden yüzey alan değerlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Eşitlik (7) ile her bir grid hücrenin ve Eşitlik (8) ile yüzey alan değerleri hesaplanabilmektedir (Rashid, 2010).

$$S_g = \frac{A_g}{\cos \alpha} \quad (7)$$

$$S = \sum_{i=1}^n S_g \quad (8)$$

Burada S_g bir grid hücrenin yüzey alanını, A_g bir grid hücrenin planimetrik alanını, α grid hücrenin eğim açısını, n bölge içindeki grid hücresi sayısının ve S bölgenin yüzey alanını ifade etmektedir.

Çalışmada sırasıyla şu adımlar izlenmektedir: (1) Çalışmada SAM verisi üzerinden çoğunlukla rastgele şekilli kare ve dikdörtgen şekilli çokgenler sayısallaştırılmaktadır. (2) Sayısallaştırılmış çokgenlerin yazılım aracılığıyla planimetrik ve yüzey alan değerleri ile ortalama eğim değerleri hesaplanmaktadır. (3) Çalışma konusu ekili arazi

alanları göz önünde bulundurularak ortalama eğim değeri % 1'den % 25'e kadar olan çokgenler ile çalışılmaktadır. (4) Eğim değerlerine karşılık gelen eğim aralıklarının her biri (% 1'lik artışın yüzey alan değerlerine etkisinin rahatlıkla tespit edilebilmesi göz önünde bulundurularak) % 1 oranında artış göstermektedir. Her bir eğim değerinin yarım birim aşağısı alt sınır, alt sınır değerinin 0.99 fazlası ise üst sınır kabul edilmektedir. (5) Her bir SAM verisi için ayrı ayrı sayısallaştırılan çokgenlerin % 1'den % 25'e kadar olan ortalama eğim değerlerinin her birisi için yüzey alanı (S)/planimetrik (A) değerleri elde edilmekte ve bu değerlerin toplanıp ortalaması alınarak eğime bağlı bir katsayı (k) değeri Eşitlik (9) ile üretilmektedir. (6) Eşitlik (10) ile eğim katsayısına bağlı olarak yüzey alan değerleri ($\hat{S}$) elde edilmektedir.

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{S}{A}}{n} \quad (9)$$

$$\hat{S} = k \times A \quad (10)$$

2.1 Veriler

Çalışmada, İstanbul için 1:1 000 ölçekli topografik haritalardan elde edilmiş 5 m çözünürlüklü SAM, Barcelona için üretilen 10 m çözünürlüklü TSX DEM ile çalışılmıştır.

2.2 Yazılımlar

Çalışmada, Global Mapper ve Autocad Civil 3D 2015 programları ile çalışılmıştır. Autocad Civil 3D 2015 programı aracılığıyla SAM verileri üzerinden rastgele seçili çokgenler sayısallaştırılmış ve bu çokgenlerin TIN yardımıyla planimetrik alan ve yüzey alan değerleri ile ortalama eğim değerleri elde edilmiştir.

3. UYGULAMA

Çalışmada Global Mapper yazılımı aracılığıyla yaklaşık 10 km² büyüklüğünde alanlar elde edilmiştir. Bu alanlar üzerinden AutoCAD Civil 3D aracılığıyla rastgele seçili dikdörtgen ve kare biçimli çokgenler sayısallaştırılmıştır. Ancak normal koşullarda kare ve dikdörtgen şekilli çokgenler dışında söz konusu tarla şekilleri dörtgen, beşgen vb. ya da belirsiz şekilli olarak karşımıza çıkabilmektedir. AutoCAD Civil 3D aracılığıyla SAM verisi üzerinden rastgele sayısallaştırılan çokgenler ne şekilde seçilirse seçilsin planimetrik alan ve yüzey alan değerleri, değer kaybı yaşanmadan doğru bir şekilde hesaplanabilmektedir. Çalışmada çoğunlukla kare ve dikdörtgen şekilli çokgenlerin seçilme amacı sayısallaştırılan alanlarda 1000 m² ve katları ile çalışılarak çalışma kolaylığını sağlayabilmektedir.

Çalışmada Barcelona TSX DEM verisi üzerinden % 1'den % 25'e kadar olan ortalama eğim değerleri için 1222 adet ve İstanbul 5 m çözünürlüklü SAM verisi üzerinden % 1'den % 25'e kadar olan eğim değerleri için 796 adet çeşitli büyüklükte çokgen sayısallaştırılmış ve bu çokgenlerin ortalama eğim değerleri için k değerleri üretilmiştir.

Çalışmada, Barcelona için TSX DEM verisi üzerinden elde edilen yüzey alan değerlerine örnek olarak % 8 eğim değeri için yapılan hesaplar Çizelge 3.1'de gösterilmektedir. % 8 eğim değeri için (eğim aralığı, % 7.5-% 8.49 seçilerek) 31 adet rastgele şekilli kare ve dikdörtgen şekilli çokgen alanı sayısallaştırılarak bu alanların yazılım aracılığıyla planimetrik alan ve yüzey alan değerleri elde edilmiştir. Sonrasında % 8'lik eğim k katsayısı ve buradan S değeri elde edilmiştir.

Çizelge 3.1 % 8 eğim (Eğim aralığı % 7.5-% 8.49) için k katsayısı ve yazılım aracılığıyla elde edilen yüzey alanları.

Çokgen No	A (m ²)	S (m ²) (Autocad Civil 3D)	e (ortalama eğim)	α	k	$\hat{S}$	$\hat{S}-S$
1	2478.08	2493.68	8.37	4.78	1.006295	2489.20	4.48
2	5000	5022.84	7.86	4.49	1.004568	5022.43	0.41
3	5000	5024.13	8.33	4.76	1.004826	5022.43	1.7
4	7500	7536.07	8.05	4.6	1.004809	7533.65	2.42
5	2478.08	2490.99	8.43	4.82	1.00521	2489.2	1.79
6	2473.88	2485.35	7.77	4.44	1.004636	2484.98	0.37

7	5000	5023.97	8.16	4.66	1.004794	5022.43	1.54
8	2489.3	2500.53	8.27	4.73	1.004511	2500.47	0.06
9	9910.08	9951.05	7.93	4.53	1.004134	9954.54	-3.49
10	5000	5021.31	7.81	4.47	1.004262	5022.43	-1.12
11	2489.3	2499.37	7.55	4.32	1.004045	2500.47	-1.1
12	2478.08	2488.43	7.67	4.39	1.004177	2489.20	-0.77
13	5000	5021.45	7.88	4.51	1.00429	5022.43	-0.98
14	5000	5021.45	7.88	4.51	1.00429	5022.43	-0.98
15	2571.24	2583.95	8.14	4.65	1.004943	2582.78	1.17
16	2544.09	2557.01	8.36	4.78	1.005078	2555.5	1.51
17	5000	5023.48	8.42	4.81	1.004696	5022.43	1.048
18	5000	5021.55	8	4.57	1.00431	5022.43	-0.88
19	2585.08	2595.84	8.01	4.58	1.004162	2596.68	-0.84
20	2514.98	2526.82	8.19	4.68	1.004708	2526.26	0.56
21	2489.3	2501.39	8.31	4.75	1.004857	2500.47	0.92
22	2638.69	2649.16	7.72	4.41	1.003968	2650.53	-1.37
23	5000	5021.64	8	4.57	1.004328	5022.43	-0.79
24	5000	5022.18	7.99	4.57	1.004436	5022.43	-0.25
25	2585.1	2595.83	8.19	4.68	1.004151	2596.70	-0.87
26	2527.47	2538.28	8.19	4.68	1.004277	2538.81	-0.53
27	2563.87	2573.45	7.72	4.41	1.003737	2575.37	-1.92
28	2573.61	2583.94	7.72	4.41	1.004014	2585.16	-1.22
29	2588.55	2598.86	7.96	4.55	1.003983	2600.16	-1.3
30	2621.25	2631.7	8.05	4.6	1.003987	2633.01	-1.31
31	2532.46	2544.1	8.34	4.77	1.004596	2543.82	0.28

Ayrıca çalışmada, AutoCAD Civil 3D ile hesaplanan yüzey alan değerlerinin, Eşitlik (8) ile hesaplanan yüzey alan değerleriyle karşılaştırmasını yapabilmek amacıyla, İstanbul'a ilişkin 5 m çözünürlüklü SAM verisi üzerinden 9 adet gridten meydana gelen bir çokgen alanı yazılım aracılığıyla sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılan alanın her bir gridinin ortalama eğim değeri AutoCAD Civil 3D programı aracılığıyla elde edilmiştir. Bu değerler kullanılarak hesaplanan yüzey alan değeri ile Autocad Civil 3D ile hesaplanan yüzey alan değeri arasında 0.11 m² fark bulunmuştur.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma sonucunda planimetrik alan ve ortalama eğim değeri bilinen arazi alanlarının üretilen katsayı değerleri aracılığıyla yüzey alan değerleri elde edilebilecektir. Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de her bir eğim değeri için üretilen k katsayıları görülmektedir. TSX DEM verisi ve 5 m çözünürlüklü SAM verisinde her bir eğim değerine karşılık gelen k katsayıları, iki verinin çözünürlüğünün ya da yükseklik doğruluğunun farklı olması nedeniyle değişkenlik göstermektedir.

Çizelge 4.1 Barcelona TSX DEM verisine ait (% 1'den % 25'e kadar) ortalama eğim değerleri için üretilen sabit katsayı değerleri.

Eğim Değeri (%)	Eğim Aralığı	k	Sayısallaştırılan çokgen adedi
1	0.5-1.49	1.000088122	93

2	1.5-2.49	1.00020526	83
3	2.5-3.49	1.000545324	23
4	3.5-4.49	1.001045294	16
5	4.5-5.49	1.001671149	27
6	5.5-6.49	1.002394943	42
7	6.5-7.49	1.003154994	46
8	7.5-8.49	1.004347743	37
9	8.5-9.49	1.005418449	56
10	9.5-10.49	1.006504599	43
11	10.5-11.49	1.007679178	62
12	11.5-12.49	1.009250042	65
13	12.5-13.49	1.010350058	54
14	13.5-14.49	1.012096562	70
15	14.5-15.49	1.014069311	55
16	15.5-16.49	1.015398434	57
17	16.5-17.49	1.017093882	60
18	17.5-18.49	1.019220058	56
19	18.5-19.49	1.020925979	58
20	19.5-20.49	1.023145113	52
21	20.5-21.49	1.024866345	34
22	21.5-22.49	1.02715365	42
23	22.5-23.49	1.029650405	36
24	23.5-24.49	1.032146034	34
25	24.5-25.49	1.035096855	21
			1222

Çizelge 4.2 İstanbul 5 m çözünürlüklü SAM verisine ait (% 1'den % 25'e kadar) ortalama eğim değerleri için üretilen sabit katsayı değerleri.

Eğim Değeri (%)	Eğim Aralığı	k	Sayısallaştırılan çokgen adedi
1	0,5-1,49	1.000103426	11
2	1,5-2,49	1.000301316	38
3	2,5-3,49	1.000708058	58
4	3,5-4,49	1.001471417	52
5	4,5-5,49	1.002237167	55
6	5,5-6,49	1.002828679	40

7	6,5-7,49	1.003876629	63
8	7,5-8,49	1.004789602	58
9	8,5-9,49	1.00590964	57
10	9,5-10,49	1.007287574	55
11	10,5-11,49	1.008352137	43
12	11,5-12,49	1.009518073	43
13	12,5-13,49	1.01160862	35
14	13,5-14,49	1.014444393	32
15	14,5-15,49	1.015456005	42
16	15,5-16,49	1.015851371	46
17	16,5-17,49	1.017511257	38
18	17,5-18,49	1.021065517	39
19	18,5-19,49	1.022150781	49
20	19,5-20,49	1.024803289	38
21	20,5-21,49	1.026734714	28
22	21,5-22,49	1.029595921	24
23	22,5-23,49	1.029998714	28
24	23,5-24,49	1.033117406	31
25	24,5-25,49	1.035816443	21
			796

Barcelona TSX DEM verisine ait ortalama eğim değerleri için üretilen sabit katsayı değerleri Şekil 4.1’de görülmektedir.

Şekil 4.1 Barcelona TSX DEM verisine ait ortalama eğim değerleri için üretilen sabit katsayı değerleri.

5 m çözünürlüklü SAM verisine ait ortalama eğim değerleri için üretilen sabit katsayı değerleri Şekil 4.2’de görülmektedir.

Şekil 4.2 5m çözünürlüklü SAM verisine dayalı ortalama eğim değerleri için üretilen sabit katsayı değerleri.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, farklı çözünürlüklerdeki uydu görüntüleri ve büyük ölçekli haritalardan yararlanarak ekili alanların planimetrik ve yüzey alanları arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu veriler yardımıyla ekili alanlara karşılık olarak rastgele çokgenler oluşturulmakta ve bu çokgenlerin planimetrik alan değerleri ve ortalama eğim bilgileri elde edilmektedir. Ürün rekolte tahminlerinde planimetrik alan bilgisi arazi gerçekliğinin yansıtılması açısından yetersizdir. Yükseklik bilgisi ve eğim bilgisinin hesaba katılması ile yüzey alan değerleri dolayısıyla ürün rekolte tahminleri gerçekte olması gereken değerlere en yakın şekilde hesaplanabilmektedir.

Çalışmada kare ve dikdörtgen şekilli çokgenler sayısallaştırma ile elde edilmiş ve bu sayısallaştırılan alanların aynı yazılım aracılığıyla ortalama eğim değerleri (% 1’den % 25’e kadar), planimetrik alan ve yüzey alan değerleri elde edilmiştir. % 1’den % 25’e kadar olan % 1’lik değişimlerle her eğim değeri için yüzey alanı ve planimetrik alan oranı hesaplanmış ve ilgili eğim aralığındaki çokgenlere ait oranların ortalaması alınarak sabit katsayı değerleri (k) elde edilmiştir. Mevcut planimetrik alan değerleri k katsayılarıyla çarpılarak yüzey alan değerleri elde edilmiştir. Çalışmada k katsayıları kullanılarak üretilen yüzey alan değerleri ile yazılım kullanılarak üretilen yüzey alan değerleri arasında ortalama % 1-2 civarında fark olduğu görülmüştür. Öte yandan, katsayıların kullanılan verinin kalitesiyle bağlantılı olduğu dikkate alınmalıdır.

Gelecek çalışmalarda, farklı çözünürlüklü uydu görüntüleri üzerinden ekili alan sınırlarının sayısallaştırılması ve yine bu uydu görüntülerine uygun çözünürlükte SAM kullanılarak hem konum hem de yükseklik doğruluğunun planimetrik alan ve yüzey alanı değerlerine ne kadar etki ettiğinin ortaya çıkarılması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

Beasom, S.L., Wiggers, E.P., Giardino, J.R., 1983. A Technique for Assessing Land Surface Ruggedness. *Journal of Wildlife Management*, 47(4): 1163-1166.

Fernandes, M.C., Santos, T.L.C., Coura, P.H.F.C., Menezes, P.M.L.M., Graça, A.J.S., 2013. Modeled Surface Observations for Analysis of Landscape Dynamics, *Journal of Geographic Information System*, (5): 409-417.

Huisman, O., de By, R. A., 2009. *Principles of Geographic Information Systems: An Introductory Textbook*. (ITC Educational Textbook Series; Vol.1), 4. edition, The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Enschede.

Hobson, R.D., 1972. *Surface Roughness in Topography: A Quantitative Approach*, Chorley, R.J. (Ed.), *Spatial Analysis in Geomorphology*, Methuen & Co., London, 221-245.

Jenness, J.S., 2004. Calculating Landscape Surface Area From Digital Elevation Models, *Wildlife Society Bulletin*, 32(3): 829-839.

- Li, Z., Zhu, Q., Gold, C.,** 2005. *Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology*. CRC Press, Florida.268.
- Rashid, H.,** 2010. 3-D Surface-area Computation of the State of Jammu&Kashmir Using Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) Data in Geographical Information System (GIS). *Journal of Geomatics*, 4(2): 77-82.
- Topan, H., Oruç, M., Özendi, M., Cam, A.,** 2014. Optik Uydu Görüntülerinden Konuma Bağlı Bilgi Üretimi ve Doğruluk Değerlendirmesi, *Yer ve Gözlem Uydu Teknolojileri Veri Kıymetlendirme Çalıştayı*, 19-20 Mart.
- Yalnız, İ.Z., Aksoy, S.,** 2009. Uydu Görüntülerinde Düzenli Dikim Alanlarının Belirlenmesi, *Sinyal İşleme ve Uygulamaları Sempozyumu*, Kocaeli.
- Yanalak, M.,** 2001. Yüzey Modellemede Üçgenleme Yöntemleri, *Harita Dergisi*, (126): 58-69.
- Zeiler, M.,** 1999. *Modeling Our World: The ESRI Guide to Geodatabase Design*, Esri Pres, Redlands, California, USA.162.