



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ
TIP-BİYOİSTATİSTİK
ANABİLİM DALI



HASSAS SORULAR SORMAYA YÖNELİK YÖNTEMLERİN PERFORMANSININ KARŞILAŞTIRMASI

Robab AHMADIAN
ORCID ID Numarası: 0000-0003-1550-639X

Doktora Tezi

BURSA-2020





T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TIP-BİYOİSTATİSTİK ANABİLİM DALI



HASSAS SORULAR SORMAYA YÖNELİK YÖNTEMLERİN PERFORMANSININ KARŞILAŞTIRMASI

Robab AHMADİAN

ORCID ID Numarası: 0000-0003-1550-639X

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN:

Prof. Dr. İlker ERCAN

BURSA-2020

**T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ETİK BEYANI

Yüksek Lisans/Doktora tezi olarak sunduğum

“Hassas Sorular Sormaya Yönelik Yöntemlerin Performansının karşılaştırması”adlı çalışmanın, proje safhasından sonuçlanmasına kadar geçen bütün süreçlerde bilimsel etik kurallarına uygun bir şekilde hazırlandığını ve yararlandığım eserlerin kaynaklar bölümünde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir ve beyan ederim.


Robab Ahmadian

TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU

19.11.2020

Adı Soyadı: Robab Ahmadian

Anabilim Dalı: Biyoistatistik

Tez Konusu: Hassas Sorular Sormaya Yönelik Yöntemlerin Performansının Karşılaştırması

<u>ÖZELLİKLER</u>	<u>UYGUNDUR</u>	<u>UYGUN DEĞİLDİR</u>	<u>ACIKLAMA</u>
Tezin Boyutları	☒	☐	
Dış Kapak Sayfası	☒	☐	
İç Kapak Sayfası	☒	☐	
Kabul Onay Sayfası	☒	☐	
Sayfa Düzeni	☒	☐	
İçindekiler Sayfası	☒	☐	
Yazı Karakteri	☒	☐	
Satır Aralıkları	☒	☐	
Başlıklar	☒	☐	
Sayfa Numaraları	☒	☐	
Eklerin Yerleştirilmesi	☒	☐	
Tabloların Yerleştirilmesi	☒	☐	
Kaynaklar	☒	☐	

DANIŞMAN ONAYI

Unvanı Adı Soyadı: Prof. Dr. İlker Ercan

İmza:



İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN.....	II
KABUL ve ONAY SAYFASI	III
TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
TÜRKÇE ÖZET	VII
İNGİLİZCE ÖZET.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Anketlerin Hazırlanışı	4
2.2. Hassas Soru Nedir	5
2.3. Hassas Soru Yöntemleri	6
2.3.1. Randomize Cevap Yöntemi (Randomized Response).....	6
2.3.2. Aday Yöntemi (Nominative).....	8
2.3.3. Eşsiz Sayım Yöntemi (Unmatched-Count).....	10
2.3.4. Fasulye Yöntemi (Bean).....	13
2.3.5. Gruplandırılmış Cevap Yöntemi (Grouped Answer).....	14
2.3.6. Çapraz Modeli (Crosswise Model).....	15
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	19
3.1. Simülasyon Senaryosu	19
3.2. Yöntemlerin performansının değerlendirmesinde kullanılan ölçütler.....	21
3.3. Çapraz Modeli için Önerilen Düzeltme:Çapraz Modelin Uludağ Düzeltmesi ...	22
4. BULGULAR.....	23
4.1 Randomize Cevap Yöntemi	23
4.2 Aday Yöntemi	25
4.3 Eşsiz Sayım Yöntemi	27
4.4 Gruplandırılmış Cevap Yöntemi	29

4.5 Çapraz Modeli	31
4.6. Hassas Sorular Yöntemlerini Temel Alan Grafikler	33
4.7. RMSE değerlerine göre karşılaştırma grafikleri	65
4.8. Yanlılık değerlerine göre karşılaştırma grafikleri.....	72
4.9. Çapraz Modeli için Önerilen Uludağ Düzeltmesinin Bulguları	79
4.10. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesi için fark grafikleri.....	81
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	95
6. KAYNAKLAR.....	101
7. SİMGELER VE KISALTMALAR.....	105
8. EKLER.....	106
9. TEŞEKKÜR.....	116
10. ÖZGEÇMİŞ.....	117

TÜRKÇE ÖZET

Tıbbi, psikolojik ve sosyolojik araştırmalarda yoğunlukla hassas konular veya son derece kişisel sorular sorulur. Hassas sorular üzerine anket araştırması, katılımcıların genellikle gerçeği ifade etmek istememesinden dolayı veya tamamen cevap vermeyi reddetmesinden dolayı zordur. Sosyal bilim literatüründe, katılımcılara kişisel ve hassas sorular sorulduğunda, sosyal tercih edilebilirlik yanlılığının anket araştırmasını etkilediği yaygın olarak kabul edilmektedir.

Literatürde sosyal tercih edilebilirlik yanlılığı gibi ölçüm hatalarını azaltmayı ve katılımcıların yanıtlarının güvenilirliğini artırmayı amaçlayan farklı yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler dolaylı soru sorma teknikleri kullanımıyla, tahminlerin etkinliği yükseltmek için sosyal tercih edilebilirlik yanlılığı sorununu ele almaktadır. Tez çalışmamız ile değerlendirilen hassas soru yöntemleri, randomize cevap yöntemi, aday yöntemi, gruplandırılmış cevap yöntemi, eşsiz-sayım yöntemi ve çapraz modelidir. Tez çalışmasında bu yöntemler yapılan kapsamlı simülasyon planı ile karşılaştırılmıştır. Yöntemlerinin performansları örneklem büyüklüğüne ve popülasyonun mevcut hassas konu yaygınlık parametresine göre değerlendirilmiştir.

İkinci bölümde, hassas konuların yaygınlık tahmini için kullanılan çapraz (Crosswise) modelin küçük örneklem büyüklüğü ve düşük prevelans etkisini azaltmak için tez çalışmamızda çapraz yöntemin Uludağ düzeltmesi önerilmiştir.

Sonuç olarak, çapraz model diğer yöntemlere göre oldukça iyi performans göstermektedir. Çapraz modelin kullanımında, düşük prevelans ve küçük örneklem ile çalışıldığı durumlarda bu tez çalışmasında önerilen çapraz modelin Uludağ düzeltmesinin kullanılması önerilir.

Anahtar Kelimeler: Hassas Sorular, Crosswise, Sosyal Tercih edilebilirlik Yanlılığı, Simülasyon

İNGLİZCE ÖZET

Evaluation of Methods for Asking Sensitive Questions

In medical, psychological and sociological research, sensitive questions or extremely personal questions are frequently asked. A questionnaire survey on sensitive questions is complicated because participants often do not answer correctly or refuse to answer completely. In the social science literature, when personal and sensitive questions are asked, it is widely accepted that social desirability bias affects the survey research.

There are different methods in the literature aiming to reduce measurement errors such as social desirability bias and to increase the reliability of the participants' responses. These methods address the problem of social desirability bias in order to increase the effectiveness of predictions by using indirect questioning techniques. The sensitive question methods evaluated with our thesis are Randomized Response technique, Nominative technique, Grouped Answer method, Unmatched-Count technique, and Crosswise model. In the first part, these methods are compared with the comprehensive simulation plan. The performances of the methods were evaluated according to the sample size and the current sensitive subject prevalence parameter of the population.

In the second part, in order to reduce the small sample size and low prevalence effect for the crosswise model, Uludag correction of the crosswise model was proposed in this thesis study.

As a result, the crosswise model performs quite well compared to other methods. In the use of the crosswise model, it is recommended to use the Uludag correction of the crosswise model proposed in this thesis, when working with low prevalence and small samples.

Keywords: Sensitive Questions, Crosswise, Social Desirability Bias, Simulation

1. GİRİŞ

Son yıllarda, insan davranışı hakkında yapılan araştırmalar giderek daha fazla hassas konulara ilgi göstermiştir. Bu kapsamda, dini inançlar; cinsel tercihler; gelir düzeyleri; politik tutumlar; suç kabul edilen davranışlar ve etnik kökenler gibi konular genellikle hassas konulardır. Hassas konuları araştıran ilk araştırmalar 1971'de, Amerika Birleşik Devletlerinde federal hükümet tarafından yasadışı uyuşturucu kullanımının yaygınlığını tahmin etmek için yapılmıştır. Bu araştırmalar Ulusal Uyuşturucu Bağımlılığı Anketi, daha sonra Ulusal Uyuşturucu Madde Bağımlılığı Anketi ve Ulusal Uyuşturucu Kullanımı ve Sağlık Araştırmasını içermektedir. Diğer örnek araştırmalar ise, kadın örneklerinden kürtaj yaptırıp yaptırmadıklarını veya yetişkin bireylerden seçimlerde oy kullanıp kullanmadıklarını araştırmaktadır. İlgili anketlerde önemli bir soru, katılımcıların doğru cevap verip vermedikleridir. Bu nedenle veri toplama aşamasında kullanılan yönteminin, elde edilen cevapları etkileyebileceği görülmektedir (Tourangeau ve ark., 2007).

İlgili araştırmalarda, sorulan hassas soru doğrudan sorulduğunda katılımcıların genellikle doğru cevap vermediği veya cevap vermeyi reddettiği görülmüştür. Katılımcılara kişisel ve hassas sorular sorulduğunda, sosyal tercih edilebilirlik yanlılığının (social desirability bias) anket araştırmasını etkilediği yaygın olarak kabul edilmektedir. Sosyal tercih edilebilirlik yanlılığı, ankete katılanlar hassas sorulara cevap vermeyi reddettiklerinde veya gerçek olmayan cevaplar verdiklerinde ortaya çıkan bir tür ölçüm hatasıdır. Katılımcılar, sosyal olarak istenmeyen bir özelliğe (örneğin suç faaliyetlerine katılma veya ırkçı duyguları olma) sahip olduklarını açıklamak istemezler (Philips ve Clancy, 1972). Sosyal tercih edilebilirlik yanlılığını azaltmayı amaçlayan çalışmalarda, katılımcıların bir görüşmeciye yasadışı veya utanç verici faaliyetlerde bulunduklarını belirtmek konusunda isteksiz oldukları raporlanmıştır (Nuno ve ark., 2015).

Araştırmacılar, yasadışı uyuşturucu kullanımı, kürtaj veya cinsel davranış gibi hassas konular ile ilgili anket raporlarının doğruluğu konusunda endişe duymaktadırlar. Hassas konular ile ilgili anket çalışmalarından elde edilen bulgulara yanlış raporlamanın oldukça yaygın olduğu görülmektedir. Yanlış raporlamanın kapsamı, katılımcının bildirmekten çekindiği bir konu olup olmamasına ve anketin tasarım özelliklerine bağlıdır. Hassas konularda anket raporlarının doğruluğu konusunda metodolojik araştırmalar yapılmış ve gerçek dışı veya saptırma olan beyanlardan dolayı, yanlış raporlamanın önemli bir hata kaynağı oluşturduğunu ileri sürmektedir (Tourangeau ve ark., 2007).

Araştırılan konunun sosyal olarak kabul edilmeyen veya hassas olduğu durumlar için literatürde birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler sosyal tercih edebilirlik yanlılığı gibi ölçüm hatalarını azaltmayı ve katılımcıların yanıtlarının güvenilirliğini artırmayı amaçlamaktadır. Geliştirilen yöntemlerin başka bir amacı ise katılımcıya güven ve gizlilik sağlamaktır. Bu yöntemler, dolaylı soru sorma tekniklerini kullanarak, tahminlerin etkinliği yükseltmek için sosyal tercih edilebilirlik yanlılığı sorununu ele almaktadır (Nuno ve ark., 2015).

Tez çalışmasında, hassas konular için geliştirilen başlıca yöntemler ele alınmıştır. Hassas konular ile ilgili yöntemlerin bazıları birçok çalışma tarafından referans alınmış, bazıları ise özel bir konu için geliştirildiğinden dolayı atıf alamamıştır. Nitekim literatürde bulunan karşılaştırma çalışmaları sınırlı sayıda mevcuttur. Bu nedenle tez çalışmasında simülasyon çalışmasıyla hassas soru yöntemleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca, hassas sorular ile ilgili sıklıkla kullanılan çapraz yöntemi (Crosswise modeli) için de Uludağ düzeltmesi önerilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Bilimsel araştırmanın temel bileşenleri deney, teori ve veridir. Genel olarak veri, bir sonuca varabilmek için belli bir amaç doğrultusunda toplanmış olan ilk bilgi, dayanak bilgi, belgeler olarak tanımlanmaktadır. Araştırma verisi ise, araştırma hipotezlerini test etmek için gözlenmiş veya üretilmiş, her türlü veriye verilen addır. Araştırma sürecinde veri niteliğindeki bilgi ve özellikler ele alınıp işlenerek üzerinde yorumlar yapılarak sonuçlar çıkarılmaya çalışılır. Veri toplama çeşitli yöntemler aracılığı ile yapılabilmektedir. Görüşme, doküman/kayıt incelemesi, gözlem, deney, ölçekler ve anket veri toplamak amacıyla yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir (Mantha, 2016). Veri toplama yöntemleri aşağıda açıklanmıştır:

- i. Görüşme: Katılımcılara bire bir iletişim yoluyla veya telefonla bazı sorular sorularak verilen cevaplar, yazılı olarak veya katılımcının izni dâhilinde bir ses veya görüntü kayıt cihazı ile kaydedilir. Sorulacak sorular genellikle önceden hazırlanmakla birlikte görüşmenin seyrine bağlı olarak görüşme sırasında yeni sorular eklenebilir (Mantha, 2016).
- ii. Doküman incelemesi: İncelenecek belgeler veya kayıtlar zaten mevcuttur ve bireylere bağlı bir veri toplama yöntemi değildir. İncelenecek belgeler veya kayıtlar, yayınlanmış istatistikler; veri tabanları; günlük kayıtları veya gazete arşivleri olabilir (Mantha, 2016).
- iii. Gözlem: İzleme ve kayda dayalı olup, doğrudan bilgi sağlayan sistematik bir veri toplama yöntemidir. Gözlemi yapan kişinin gözlemlediği konu ve veri toplama yöntemi hakkında yeterli bilgiye sahip olması ve gözlemi nesnel bir bakış açısıyla gerçekleştirmesi önemlidir (Mantha, 2016).
- iv. Deney: Bir grup denek kullanılarak, kontrollü bir veri toplama yöntemidir. Tıpta yaygın olarak kullanılmanın yanı sıra diğer alanlarda da kullanılabilir. Belirli bir araştırma konusunun gruba etkisini ölçmek istendiğinde tercih edilir. Bu konu bir ilaç, eğitim programı veya bir oyun olabilir (Mantha, 2016).
- v. Ölçekler: Bireylerin davranışsal özelliklerinin ölçülebilmesi amacıyla oluşturulan, güvenilirliği ve geçerliliği test edilmiş formlardır (Ercan ve Kan, 2004).

vi. Anket: Bilgi toplamayı amaçlayan bir dizi soru veya diğer bilgi istemlerinden oluşan bir araştırma aracıdır. Anketler bir tür yazılı görüşme olarak düşünülebilir. Yüz yüze, telefon, bilgisayar veya posta yoluyla gerçekleştirilebilirler. Bir araştırma anketi, kapalı uçlu ve açık uçlu sorular içerebilir. Açık uçlu sorular, katılımcıya düşüncelerini detaylandırma olanağı sunar. Anketler, çok sayıda insandan büyük miktarda bilgi edinmenin nispeten ucuz, hızlı ve etkili bir yolunu sunar (Sapsford ve Jupp, 1996).

2.1. Anketlerin Hazırlanışı

Amaca uygun, iyi bir anket hazırlamak araştırmanın temel adımı sayılır. İyi bir anket hazırlayabilmek için konunun, amacın, evrenin iyi bilinmesi ve tanınması, temsil edecek örneklemin çok iyi seçilmesi; anketi cevaplandıracak kişilerin eğitim, ekonomik, sosyal ve politik özelliklerinin iyice kavranması gerekmektedir. Sorular, yanıtlayıcıların özellikleri, inanışları ve şahsiyeti ile çelişmemesi, ayrıca anlayış, kavrayış ve ilgi seviyelerine uygun olması gerekmektedir. Anket soruları ile insanların inanç, görüş, düşünce, tutum ve davranışları, tercihleri, ilgileri, bilgileri vs. ölçülmek istenebilir (Brace, 2018). Anketlerde yer alan soruları aşağıdaki kategorilerde toplamak mümkündür:

- i. Demografik sorular; bu sorular genellikle katılımcıları sınıf, yaş ya da eğitim seviyesi gibi kriterlere dayalı olarak gruplara ayırmak için kullanılır (Brace, 2018).
- ii. Davranışsal özellikler: bu özellikler üç gruptur; bunlar bilişsel, duyuşsal ve psikomotor davranışlardır. Bilişsel davranışlar bilmek ve akıl yürütmek gibi davranışlardır. Bu tip davranışlardan veri elde etmenin yolu soru sormaktır. Duyuşsal davranışlar sevmek, nefret etmek ve önyargılar gibi davranışlardır. Bu tip davranışlar hakkında veri elde edebilmek için soru sormak veya kişiyi o duygunun gösterebileceği bir ortama sokarak gözlemek gerekir. Psikomotor davranışlar ise insanın bedensel hareketleridir. Bunlar bedensel kas hareketlerini ifade ettiği için kolayca gözlenebilir ve ölçülebilir (Bacanli, 1999; Peker, 2000).
- iii. Tutum ve inanç soruları: Yanıtlayıcının belli bir anda ve belli bir konuda ne düşündüğünü ya da ne duyduğunu saptamaya yönelik sorulardır. Tutumlar en iyi, çoklu sorularla ölçülebilir. Tutum ölçeklerinde genelde kapalı uçlu sorular kullanılır; ancak kodlanmış açık uçlu sorular da yararlı olabilir (Brace, 2018).

iv. Bilgi soruları: Kişilerin belli bir konuda ne bildikleri, bunu ne ölçüde bildikleri, bu bilgileri hangi kanaldan ve ilk kez ne zaman öğrendikleri gibi konular ortaya çıkarılmak istendiğinde bilgi soruları sorulmaktadır (Brace, 2018).

v. Hassas sorular: Hassas konular, insanların özel hayatı ile ilişkili olan, sosyal olarak hoş karşılanmayan durumlar ve yasadışı davranışlara ilişkinlerdir ve tıbbi, psikolojik ve sosyolojik anketlerde sorulmaktadır. Hassas sorulara geçerli cevaplar elde etmek, anket araştırmalarının yaygın bir sorunudur (Barnett, 1998).

2.2. Hassas Soru

Davranışsal, epidemiyolojik, halk sağlığı ve sosyal çalışmalarında, üreme öyküsü, cinsel davranış, kürtaj, immün yetmezlik virüsü (HIV), yasadışı uyuşturucu kullanımı, aile içi şiddet, gelir, çocuk istismarı, hırsızlık, sosyal güvenlik sahtekârlığı, aldatma, ehliyetsiz sürüş, evlilik dışında bebek sahibi olma, vergi kaçakçılığı ve üniversite sınavlarında hile yapma gibi konular, hassas konular olarak sayılabilir. Bu konular diğer konulardaki sorulara oranla nispeten daha yüksek cevap vermeyi reddetme veya cevaplarda daha büyük ölçüm hataları üretme eğilimindedir. Bu nedenle araştırma sorularında sosyal olarak hoş karşılanmayan bir durum sorulduğunda veya yanıt veren kişinin sosyal bir norm ihlal ettiğini itiraf etmesi istendiğinde, hassas soru olarak kabul edilir. Bu anlamda hassaslık, katılımcıların anket sorusuna verebilecekleri cevaplar ile belirlenir; örneğin katılımcıya oy kullanıp kullanmadığını ile ilgili bir soru, oy veren bir katılımcı için hassas değildir. Ankette verilen cevap ile kişinin gizli bilgisinin açığa çıkması, bir tehdit uyandırması veya sosyal onaylama gibi özel bir durum olarak görülmesi nedeniyle hassastır (Tourangeau ve Yan, 2007).

Hassas sorular, yalnızca sosyal tercih endişelerini tetikleyen sorular değildir, aynı zamanda yanıtlayıcılar tarafından müdahaleci olarak görülüp ve bilgiyi ifşa etmenin olası sonuçları hakkında endişeler uyandırır. Örneğin Kokain sahibi olmak sadece sosyal olarak istenmeyen bir durum olmanın yanı sıra; yasadışıdır ve insanlar yalnızca olumsuz bir izlenim yaratmaktan kaçınmak yerine yasal sonuçlardan kaçınmak için bir ilaç araştırmasında yanlış beyanda bulunabilirler (Tourangeau ve Yan, 2007).

Hassas soruların önemini vurgulamak amacıyla yapılan bir araştırmada, Amerikan Ulusal Aile Büyüme ölçeğine (NSFG) katılan kişilerin kürtajla ilgili anket raporları ile kürtaj kliniklerinden elde edilen veriler karşılaştırıldı. NSFG raporları, 15-44 yaşları arasındaki ulusal kadın örneğinden alınmıştır. Hem

NSFG'den gelen araştırma raporları hem de sağlayıcı raporları, belirli bir yıl boyunca ABD'de yapılan toplam kürtaj sayısının tahminine izin vermektedir. Sonuçlar, kürtaj oranların sadece %52'sinin ankette rapor edildiğini göstermiştir (Fu ve ark., 1998).

İlgili hassas sorular sorulduğunda, insanlar sosyal olarak hoş karşılanan davranışları normal bir şekilde bildirirken, hassas veya sosyal olarak hoş karşılanmayan davranışları eksik bildirebilirler (Barnett, 1998; Lee, 1993; Rasinski ve ark., 1999; Singer ve ark., 1995; Tourangeau ve ark., 2000; Tourangeau ve ark., 2007). Bu tür yanlış bildirimlerin sonucu olarak, hassas davranışların yaygınlığı, nüfus araştırmaları ile olduğundan düşük tahminler elde edilmektedir (underestimate). Nitekim Hassas konu içerikli çalışmalarda, sosyal tercih edilebilirlik yanlılığına sebep olup, çalışmanın geçerliliğini azaltabilir. Ayrıca hassas konular ile ilgili anket sorularında, reddetme yanlılığı (refusal bias) ve yanıt yanlılığı (response bias) nedeniyle çıkarım yapmak oldukça zordur (Fisher, 1993). Bahsedilen yanlılıklara, sorulan konunun hassaslığı, soru formatı, veri toplama yöntemi, katılımcı özellikleri ile görüşmeci özellikleri ve davranışları dâhil olmak üzere çeşitli sebeplerden kaynaklandığına dair kanıtlar vardır. Araştırmacılar, bu tür yanlı sonuçlar ya da sistematik aşırı veya eksik raporlama sorunu ile çeşitli yöntemler kullanarak mücadele etmeye çalışmışlardır. Bu yöntemlerin bir kısmının amacı, katılımcıya daha fazla güven ve gizlilik sağlamaya yöneliktir (Lee, 1993).

Yukarıda bahsedildiği gibi, hassas soru çalışmalarında ölçüm hatalarını azaltmayı ve insanların yanıtlarının güvenilirliğini artırmayı amaçlayan farklı stratejiler bulunmaktadır. Başlıca hassas soru yöntemleri olarak, randomize cevap yöntemi, aday yöntemi, gruplandırılmış cevap yöntemi, fasulye yöntemi, eşsiz-sayım yöntemi ve çapraz modeli belirtilebilir.

2.3. Hassas Soru Yöntemleri

2.3.1. Randomize Cevap Yöntemi (Randomized Response Method)

Hassas sorular ile ilgili zorlukların üstesinden gelmek için önerilen ilk görüşme yöntemi, randomize cevap yöntemidir (Warner, 1965). Randomize cevap yöntemi (RRT), görüşmeciye sonuca kör bırakarak, randomize bir cihazın sonucuna göre hassas soruyu sormak için tasarlanmıştır (örneğin zar veya fırlıdak). Warner önerdiği teknik aracılığı ile hassas konular için bilgi elde edilmekle birlikte, katılımcıların gizliliğini korumaktadır. Katılımcılardan, anketöre sonucunu belli

etmeden, rastgele bir enstrümanın sonucuna bağlı olarak cevap vermeleri istenmektedir. Yanıtlayıcılar bu şekilde gerçek cevabı açıklamadan hassas soruya cevap verebilirler. RRT, katılımcıların gizliliğini korurken, istatistiksel verimliliği artırmayı hedefleyen önemli metodolojik gelişmelere tabii tutulmuştur (Höglinger ve ark., 2016).

Bu yöntemin uygulamasında katılımcıdan bir çift zar atması istenir ve katılımcıya zarf içinde hassas bir soru verilir. Örneğin, “İlk cinsel deneyiminizde vajinismus problemi yaşadınız mı? () Evet () Hayır”. Daha sonra katılımcıdan talimatlara göre davranması istenir:

- Zarların toplamı 5 ile 10 arasında olursa, zarftaki soruyu doğru cevaplayın (olasılık = 0,75).
- Zarların toplamı 2, 3 veya 4 olduğunda (olasılık = 0,167) zarfı açmadan Evet’i işaretleyin.
- Zarların toplamı 11 veya 12 olduğunda (olasılık = 0,083) zarfı açmadan Hayır’ı işaretleyin.

Katılımcılar zarların sonucunu görüşmeciye söylemeyecekleri için, verilen gerçek cevabı diğer cevaplardan ayırmak mümkün olmayacaktır. Hox ve Lensvel’in (2004) çalışmasına göre hassas davranışların yaygınlığı formül-1 ile hesaplanır.

$$\pi_{RRT} = \frac{\lambda - \theta}{s} \quad (1)$$

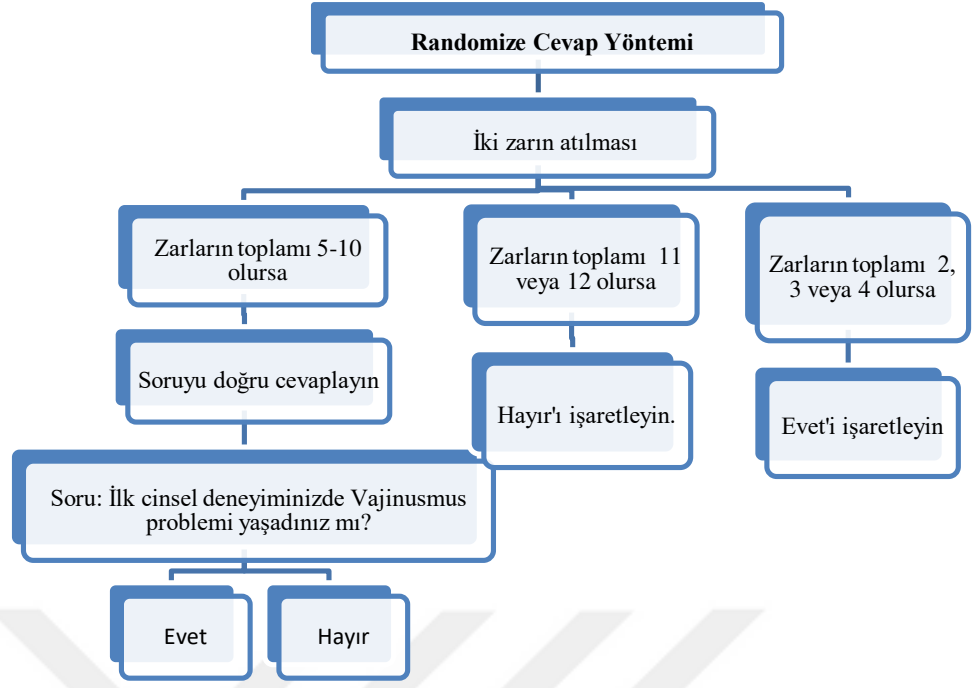
π : hassas davranışın tahmini oranı,

λ : elde edilen 'Evet' yanıtların oranı,

θ : cevabın 'zorla Evet' olma oranı ($\theta=0,167$),

s : hassas soruyu doğru bir şekilde cevaplama oranı ($s=0,75$).

Randomize cevap yöntemine ait diyagram ise şekil 2.1. ile verilmiştir.



Şekil 2.1. Randomize cevap yöntemin algoritması

Randomize cevap yöntemi çeşitli hassas konularda uygulanmıştır. Bu yöntemin kullanım örnekleri olarak, yasadışı kurtaj için Vieira (2009) çalışması; sosyal güvenlik dolandırıcılığı için Böckenholt ve Vander Heijden (2007) çalışması ve yasadışı uyuşturucu kullanımı için Simon ve ark. (2006) çalışması, illegal avlanma için de, Blank ve Gavin (2009) çalışması verilebilir. Randomize cevap yönteminin okuryazarlık seviyesinin düşük olduğu kişiler tarafından da rahatlıkla kullanılabilir (Razafimanahaka ve ark., 2012; Solomon ve ark., 2007). Bu yöntemde rasgele bir cihazın kullanım nedeniyle ek bir değişkenlik kaynağı mevcuttur ve bu nedenle daha büyük örneklem boyutları gerektirir (Lensvelt-Mulders ve ark. 2005).

Randomize cevap yöntemi popülerliğine rağmen, (i) tekrarlanabilirlik eksikliği; (ii) görüşülen kişilerden güven eksikliği; (iii) randomize edici cihazların kullanılması nedeniyle daha yüksek maliyet ve (iv) dar uygulama alanları nedeniyle eleştirilmektedir (Höglinger ve ark., 2016).

2.3.2. Aday Yöntemi (Nominative Yöntemi)

Aday yöntemi, ağ örnekleme olarak da adlandırılır ve çok yönlü bir örnekleme çeşididir (Sirken MG, 1972). Bu yöntem, başlangıçta nadir görülen hastalıkları ve durumları incelemek amacıyla Monroe Sirken'in (1975) öncülüğünde yapılan anket araştırmalarının bir çeşididir. Aday yönteminde katılımcılardan, arkadaşları veya akrabaları gibi diğer kişilerin davranışları veya

deneyimleri hakkında bilgi vermeleri istenir. Bu yöntemin hassas konularda uygulandığı ilk sürüm, katılımcılara, arkadaşlarının yüzde kaçının hassas davranışta bulunduğunu bildiklerini sordu. Daha sonra hassas davranışın yaygınlık tahminini elde etmek için, katılımcılar tarafından rapor edilen yüzdelerin ortalaması alındı (Sudman ve ark., 1988).

Aday yöntemi, katılımcıların eşit sayıda arkadaşına sahip olduğunu varsaymaktadır. Ayrıca bu yaklaşımın temel dayanağında, nüfusun her bir üyesi hassas davranışta bulunan yakın arkadaşların sayısını bildirirse, çoğaltma için uygun bir düzeltme kullanılarak hassas davranışın doğru bir sayımını elde etmek mümkündür. Çoğaltma düzeltmesi hassas davranışta bulunanların birden fazla yakın arkadaş tarafından rapor edilebileceği gerçeğini düzeltir. Bu noktayı kavramak için, aday yönteminin uygulandığı bir popülasyonda bir kişinin hassas davranışta bulunduğunu varsayalım. Ayrıca, bu kişinin yakın arkadaşlarından n kişide hassas davranışından bilgisi olduğunu ve röportajda bildirdiğini varsayalım. Bu durumda, 1 hassas davranışta bulunan kişi yerine, çoğaltılmış n kişi demektir. Ancak, kişinin arkadaşlarının her birinin görüşme için, (n-1) kişinin de belirli kişinin davranışını bildiğini söylediklerini varsayalım. Bir kişinin davranış hakkında verilen bilgi, n raporda olacağından dolayı her ayrı raporun 1/n ağırlık alması gerekmektedir. Başka bir deyişle araştırmacı, kişinin hassas davranışının raporu için, raporların 1/n'nini saymalıdır ve toplamda 1 hassas davranışta bulunan sayılacaktır. Bu nedenle aday yöntemi için önerilen çoğaltma düzeltmesi formül-2 ile verilmiştir. Formülün paydasına 1 eklenerek, hiçbir başka arkadaşın bilgisi olmadığında payda sıfır olmaması için düzeltilmiştir (Sudman ve ark., 1988).

$$\frac{1}{1+B_{ij}} \quad (2)$$

Aday yönteminin ilk sürümlerinde katılımcıdan iki soru soruldu:

A. Bildiğiniz kadarıyla, yakın arkadaşlarınızın kaç tane ilk cinsel deneyimlerinde Vajinismus problemi yaşadı?

Eğer görüşülen kişinin yakın arkadaşı veya arkadaşlarından vajinismus problemi yaşayan varsa her biri için B sorusu sorulur:

B. Bu kişinin yakın arkadaşlarının kaç (sizin dışında) onun problemi hakkında bilgisi vardır?

Ancak pratik uygulamalar için bir katılımcı, iki veya daha fazla vajinismus problemi yaşayan yakın arkadaş rapor ettiğinde, bu kişilerden biri rastgele seçmelidir. A sorusunda ilgili hassas özelliği gösterenlerin belirtilenlerin arasından tek bir adayın rastgele seçilmesi, katılımcının bildiği vajinismus problemi yaşayan arkadaşları temsil edecektir (Miller JD, 1985).

Pratik aday yönteminde anketi yanıtlayan kişilerin hassas konu hakkında, bildikleri yakın arkadaş sayılarını bildirmeleri istenir, sonraki adımda onlardan birini aday göstermesi istenir, aday gösterilen arkadaşının davranışı hakkında başka kaç kişinin bilgisi olduğu sorulur. Böylelikle aynı kişiyi raporlayan birden çok katılımcıyı hesaba katmamak için çoğaltma düzeltmesi ile araştırılan hassas konu için yaygınlık tahmini elde edilir (Miller JD, 1985). Bu bilgilere dayanarak, yaygınlık oranları formül-3 ile hesaplanır:

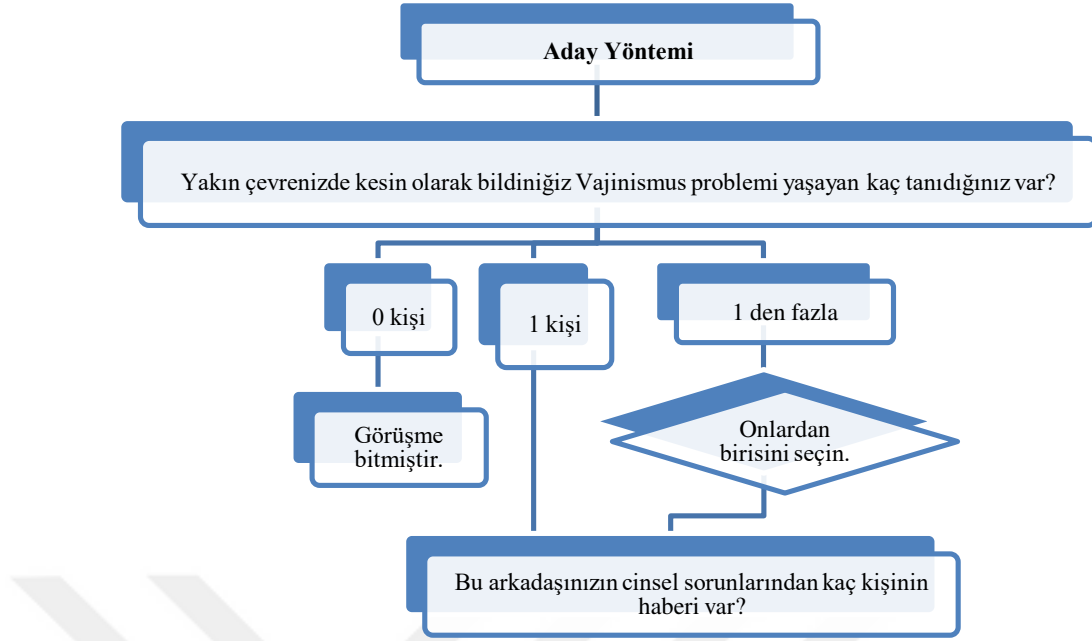
$$\pi_{NT} = \sum_{j=1}^n \frac{A_j}{1+B_j} \quad (3)$$

π_{NT} : n boyutlu bir örnekleme hassas davranışa sahip kişilerin sayısı,

A_j : j. Kişinin bildiği hassas davranışı yapanların sayısı,

B_j : Hassas davranıştan haberi olan diğer kişiler sayısıdır.

Aday yöntemine ait diyagram şekil 2.2. ile verilmiştir.



Şekil 2.2. Aday yöntemin algoritması

Aday yönteminin Uygulamasında, hassas davranıştan bilgisi olan diğer arkadaşların sayısı eksik rapor edilebilir. Bu nedenle aday yönteminden elde edilen tahminlerin yorumlamasına büyük dikkat gösterilmelidir. Ayrıca, aday yöntemi yüksek tahminler üretme eğiliminde olabilir (Miller JD, 1985).

Aday yöntemi, Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Uyuşturucu Bağımlılığı Enstitüsü'nün öncülüğünde eroin kullanımı çalışması için geliştirildi. Bu yöntem, Amerikan Ulusal Araştırması'nda eroin kullanımını araştırmak için üç kez kullanıldı. Her seferinde aday yöntemi, anonim kendi başına dolduran anket verilerine kıyasla, eroin kullanımının yüksek yaygınlıkta olduğunu gösterdi. Bu yöntemin en önemli avantajı kullanımı kolay olmasıdır (Miller JD, 1985).

2.3.3. Eşsiz Sayım Yöntemi (Unmatched-Count Method)

Eşsiz sayım yöntemi (UCT), ilk olarak Dalton, Wimbush ve Daily (1994) tarafından uygulandı. Bu yöntem, bireysel seviyede hassas davranışı açığa çıkarmayıp, ancak genel olarak yorumlamasına izin vererek tam anonimlik sağlamaktadır. Eşsiz sayım yöntemi son 30 yılda cinsel risk davranışları (Hubbard ve ark., 1989), tehlikeli sürüş (Sheppard ve Earleywine, 2013), ırkçı önyargı (Blair ve Imai, 2012) ve yasadışı avlar (Nuno ve ark., 2013) için kullanılmıştır.

Eşsiz sayım yönteminde katılımcılara doğrudan kendi hassas davranışları hakkında sorular, aynı anda bir dizi tarafsız ya da sosyal olarak hoş karşılanan sorular sorulmaktadır. Hassas davranışın yaygınlık tahmini, diğer hassas olmayan soruların toplam yaygınlık tahminini gerektirir. Bu nedenle bu yöntem, hassas olmayan davranışlarla ilgili referans soruları ve ek olarak hassas davranışla ilgili soruyu gerektirir. Eşsiz sayım yönteminde iki soru listesi oluşturulur. Bir listenin hassas soruyu içerdiğinden dolayı daha uzun olması dışında, bu listeler aynıdır. Katılımcılardan yalnızca katıldıkları veya bulundukları davranış sayısını bildirmeleri istenir; ancak hangi davranışlar olduğunu belirtmeyecektir. Referans gruptaki ortalama davranış sayısının, hassas soru grubundaki ortalama davranış sayısından çıkarılması, hassas soru grubundakilerin anonimliliğini korurken, hassas davranışın yaygınlığının tahmin edilmesini sağlar. Çeşitli araştırmalar eşsiz sayım yönteminin, çalışan istismarı, hırsızlık ve riskli cinsel davranışlar gibi hassas davranışlarda daha yüksek tahminler sağladığını işaret etmektedir (Droitcour J ve ark., 1991).

Şekil 2.3.'de görüldüğü gibi, bu yöntemin uygulamasında katılımcılara hassas olmayan sorular olarak “Daha önce idrar yolu enfeksiyonu yaşamadım”; “Kadın doğum hekimine gideceğim zaman mutlaka özel muayene ya da özel hastaneyi tercih ederim”; “Doğum kontrol haplarımı kullanıyorum”; “Yılda bir defa Pap smear testi yaptırırım” ve hassas soru olarak, “İlk cinsel deneyimimde vajinismus problemi yaşadım” soruları kullanarak iki liste hazırlanır. Araştırmaya katılanlar rastgele olarak kontrol ve tedavi gruplarına ayrılır. Kontrol grup üyeleri, hassas olmayan maddelerin listesini alırken, tedavi grubu üyeleri de hassas olmayan maddelere eklenmiş bir hassas madde listesi alır. Katılımcılara kaç öge onlara uyduğunu bildirmeleri istenir. Hassas davranışın yaygınlığı, hassas maddeyi içeren soru listesindeki evet yanıtların oranını, hassas olmayan listede evet yanıtların oranından çıkarılarak elde edilir. Bu yöntemin anahtarı, katılımcıların hiçbirinin hangi ifadelerin geçerli olduğunu değil, sadece geçerli olan ifadelerin sayısını kabul etmemesidir. Bu nedenle eşsiz sayım yönteminde, araştırmacının bireysel düzeyde hassas davranışlar hakkında herhangi bir bilgi edinmemesi, katılımcılara anonimliliğinin korunduğundan emin olmalarını sağlar (Tsuchiya T ve ark., 2007).

Yanıtlayıcı hassas maddeyi içeren listede maddelerin tümüne yanıtı aynı ise cevap vermekten kaçınabilir. Bu nedenle, madde listesinde hassas olmayan

sorularda, yaygınlığı düşük olan bir madde ve yaygınlığı yüksek olan bir madde bulunması gerekmektedir. Ayrıca hassas olmayan soruların, hassas maddeden tamamen farklı seçilmesi şüpheye neden olabileceği için hassas olmayan soruların hassas soruyla bağlantılı konulardan seçilmesi gerekir (Tsuchiya T ve ark., 2007). Bu şekilde eşsiz sayım yönteminde yaygınlık tahmini formül-4 ile hesaplanır:

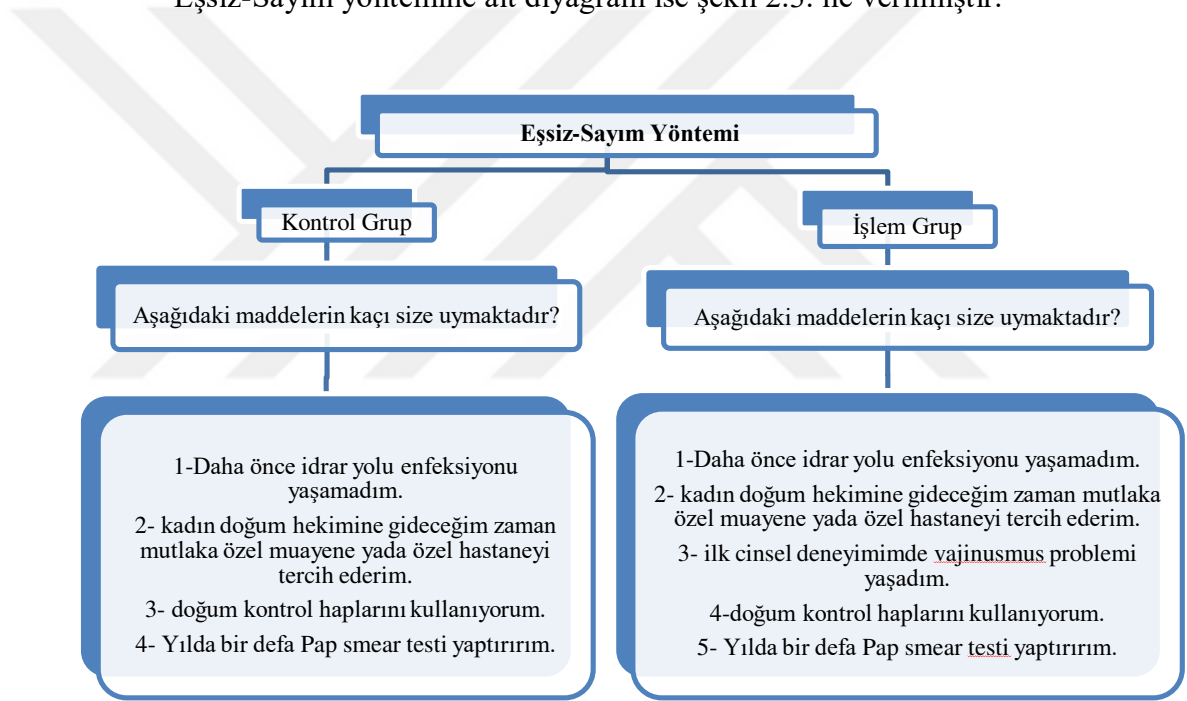
$$\pi_{UCT} = p_{H+} - p_{H-} \quad (4)$$

π_{UCT} : hassas davranışı tahmini oranı,

p_{H+} : hassas soru içeren grupta (işlem grubu) ‘Evet’ yanıtlarının oranı,

p_{H-} : kontrol grubunda ‘Evet’ yanıtlarının oranı.

Eşsiz-Sayım yöntemine ait diyagram ise şekil 2.3. ile verilmiştir.



Şekil 2.3. Eşsiz-Sayım yönteminin algoritması

Eşsiz sayım yönteminde hassas davranışların yaygınlığını tahmin etmek için, doğrudan sorulan anketlerden daha etkili olduğuna dair bazı araştırmalar bulunmaktadır (Sheppard ve Earleywine, 2013; Tsuchiya ve ark., 2007). Eşsiz sayım yöntemi, randomize cevap yönteminden daha az zahmetli ve anlaşılması daha kolay olduğu bildirilmiştir. Ancak eşsiz sayım yönteminin nadir davranışlarda uygulamasında, verinin yüksek standart hatalara sahip olması bir olumsuzluktur. Eşsiz sayım yönteminde, herhangi bir randomizasyon cihazına gerek duyulmaması nedeniyle randomize cevap yöntemine göre önemli bir avantaja sahiptir. Bu durum,

muhtemelen eşsiz sayım yönteminin güvenliğini arttırmakta ve daha kısa zamanda uygulama imkânı sağlamaktadır. Uygulamada anlaşılma sorunları nedeniyle daha eğitimli katılımcılarla yapılacak araştırmalarda kullanması önerilmektedir. Eşsiz sayım yönteminde daha kesin tahminler elde etmek için büyük örneklemeler gerekir (Tsuchiya ve ark., 2007).

2.3.4. Fasulye Yöntemi (Bean Method)

Fasulye yöntemi (BM) hassas konuları araştırmak için basit bir teknik sunar. Bu yöntemde katılımcılara bilinen sayıda farklı renkli fasulye (veya benzeri başka obje) içeren bir büyük ve bir küçük kavanoz sunulur. Her bir kavanozdaki fasulye miktarı, fasulyelerin kavanozlar arasındaki hareketinin görsel olarak tespit edilemeyeceği kadar olması gerekmektedir. Katılımcılara cevapları evet ise, belirlenen renkteki fasulyeyi küçük kavanozdan büyük kavanoza taşıması talimatı verilir; cevapları hayır ise, önceden belirlenmiş farklı renkte bir fasulyenin taşınması istenir. Bütün katılımcıların uygulaması tamamlandıktan sonra, hassas sorunun yaygınlığını tahmin etmek için fasulye bileşimindeki değişiklikler incelenir (Lau ve ark., 2011). HIV ile ilgili risk davranışını belirlemek amacıyla uygulanan bir anket araştırmasında, katılımcılara fasulye yönteminin uygulandıktan sonra hassas davranışın oranı, yüz yüze yapılan risk davranış anketinden elde edilen orandan daha yüksek elde edilmiştir (Lau ve ark., 2011).

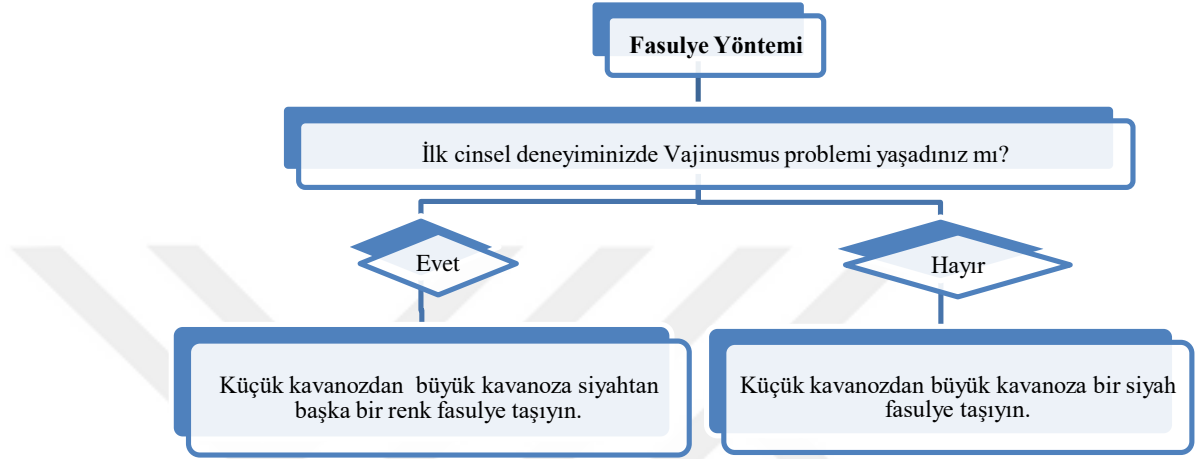
Fasulye yöntemi, randomize cevap yönteminden (RRT) farklıdır ve katılımcıdan hassas soruyu direkt olarak cevaplamasını istemez. Bir grup ortamında uygulanır, bu yöntemde katılımcılar yanıtlarının izlenebileceğini düşünebilirler. Bu yöntem teknik olarak çok basittir ve araştırmacılar, katılımcıların iyi karşılandığını bildirmiştir. Fasulye yöntemi yüksek hassas davranışların tahmininde kullanılabilir. Fasulye yönteminin adımlarında belirlendiği gibi seçilmiş örneklemde, topluma ait bir tahmin ele vermektense, doğru yaygınlığı hesaplamaktadır (Lau ve ark., 2011).

Fasulye yönteminin uygulamasında, şekil 2.4'te görüldüğü gibi fasulye yönteminde ilk adımda “İlk cinsel deneyiminizde vajinismus problemi yaşadınız mı?” sorusu hassas soru olarak verilir. Katılımcı iki kavanoz alır ve görüşmecinin görmeyeceği bir şekilde talimatlara uyması istenir. Daha sonra katılımcılardan cevapları evet ise, siyahtan başka bir fasulyeyi büyük kavanozdan küçük kavanoza

taşıması talimatı verilir; cevapları hayır ise, siyah renkte bir fasulyenin taşıması istenir. Bu şekilde vajinismus problemi yaşayanların tahmini formül-5 ile verilmiştir:

$$\pi_{BM} = \frac{\text{Büyük kavanozdan taşınan siyah dışında diğer fasulyelerin sayısı}}{\text{Büyük kavanozdan taşınan bütün fasulyelerin sayısı}} \quad (5)$$

Fasulye yöntemine ait diyagram ise şekil 2.4. ile verilmiştir.



Şekil 2.4. Fasulye yönteminin algoritması

2.3.5. Gruplandırılmış Cevap Yöntemi (Grouped Answer Method)

Gruplandırılmış cevap yöntemi, 1990'ların sonlarında yasadışı veya belgelenmemiş göçü tahmin etmek için geliştirilmiştir (GAO, 1999; Droitcour ve Larson, 2002). Gruplandırılmış cevap yönteminde hiçbir katılımcıya hassas soru doğrudan sorulmaz. Katılımcılardan belirli cevap kategorileri arasında seçim yapmalarını isteyen soruların aksine, bu yöntem cevap kategorilerini setler veya "kutular" içinde birleştirir. Katılımcılar, randomizasyon prosedürleri temelinde iki alt gruba ayrılır. Her gruba bir flaş kart verilir: Kart 1 veya 2. Kart-1'de biri hassas olmak üzere beş soru iki kutuda gruplandırılmıştır, Kart-2'de ise aynı sorular farklı şekilde gruplandırılır (Droitcour ve Larson, 2002). Tablo 2.1'de görüldüğü gibi her iki kartta hassas soru Kutu-B'de konumlandırılmıştır. Her katılımcıdan, kendisi için geçerli kutu A veya kutu B'yi seçmesi istenir. Hassas soruyu içermeyen kutunun pek çok katılımcı tarafından seçilmesi beklenir. Ancak ikinci grupta soru birleşimi değiştirilmiştir (Droitcour ve Larson, 2002). Bu yöntemde her katılımcı kesinlikle bir kategoriye aittir. Bu yöntem iki grup katılımcılardan elde edilen bilgiyi bir araya getirerek, hassas soru yaygınlığını dolaylı olarak tahmin edilmesine izin verir,

ancak hiçbir katılımcı için hassas soru sonucunu açıklanmaz (Droitcour ve Larson, 2002).

Tablo 2.1’de görüldüğü gibi gruplandırılmış cevap yönteminin uygulamasında sorulan sorular “Daha önce idrar yolu enfeksiyonu yaşamadım”; “Kadın doğum hekimine gideceğim zaman mutlaka özel muayene ya da özel hastaneyi tercih ederim”; “Doğum kontrol haplarını kullanıyorum”; “Yılda bir defa Pap smear testi yaptırırım” ve hassas soru olarak, “İlk cinsel deneyimimde vajinismus problemi yaşadım” iki kartın kutularına dağılır. Gruplandırılmış cevap yönteminde hassas sorunun yaygınlığı formül-6 ile hesaplanır:

$$\pi_{GAT} = n_{A1} - n_{B2} \quad (6)$$

π_{GAT} : hassas davranışı tahmini oranı,

n_{A1} : birinci kartta A’yi işaretleyen denek sayısının oranı,

n_{B2} : ikinci kartta B’yi işaretleyen denek sayısının oranı.

Gruplandırılmış cevap yöntemine ait kartlar Tablo 2.1. ile verilmiştir.

Tablo 2.1. Gruplandırılmış cevap yönteminin kartları

Gruplandırılmış cevap yöntemi Kart-1	A	- Daha önce idrar yolu enfeksiyonu yaşamadım. - Kadın doğum hekimine gideceğim zaman mutlaka özel muayene ya da özel hastaneyi tercih ederim.
	B	- Doğum kontrol haplarını kullanıyorum. - Yılda bir defa Pap smear testi yaptırırım. - İlk cinsel deneyimimde vajinismus problemi yaşadım
Gruplandırılmış cevap yöntemi Kart-2	A	- Doğum kontrol haplarını kullanıyorum. - Yılda bir defa Pap smear testi yaptırırım.
	B	- Daha önce idrar yolu enfeksiyonu yaşamadım. - Kadın doğum hekimine gideceğim zaman mutlaka özel muayene ya da özel hastaneyi tercih ederim. - İlk cinsel deneyimimde vajinismus problemi yaşadım.

2.3.6. Çapraz Model (Crosswise Model)

Son on yıl içinde, çapraz modeli (CWM) hassas soru yöntemlerinin bir üyesi olarak önerilmiştir. Modelin amacı, katılımcıları dolaylı olarak, harici bir randomizasyon prosedürü kullanmak zorunda bırakmadan (örneğin zar atılması) hassas davranışın tahmini yaygınlığını bulmaktır. Çapraz yöntemin diğer yöntemlerden daha anlaşılır ve kolay bir sorgulama yöntemi olduğu belirtilmiştir (Yu ve ark., 2008). Çapraz modelinde cevap seçeneklerinin hiçbirisi doğrudan yanıt verenin hassas nitelik taşıyan bir taşıyıcı olup olmadığını göstermez, böylece katılımcılarda şüphelenme riski ortadan kalkar (Jann ve ark., 2012).

Çapraz yöntemiyle doğrudan bir sorgulama prosedürünü karşılaştıran çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, çapraz modeli doğrudan sorulan sorulara göre daha yüksek yaygınlık tahminini vermiştir (Coutts ve ark., 2011; Jann ve ark., 2012). Yakın zamanda yayınlanan iki çalışmada ise, kontrol grubu olmadan çapraz yöntemi uygulanmıştır (Eslami ve ark., 2013; Vakilian, ve ark., 2014). Küçük ve orta ölçekli Sırp firmalarında vergi kaçakçılığı insidansı çapraz yöntemi kullanarak yapılmıştır ve doğrudan sorulan sorulardan daha yüksek yaygınlık tahminleri elde edilmiştir (Kundt ve ark., 2013). Sporcularda anabolik steroid kullanımının yaygınlığının, Nakhaee ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada çapraz yöntemi kullanıldığında doğrudan sorulan bir soruya göre iki kattan fazla olduğu tahmin edilmektedir. Jann ve ark. (2012) çapraz yöntemin sosyal tercih edilebilirlik yanlılığının azaltmasında başarılı olduğunu belirtmiştir.

Çapraz modelin uygulamasında katılımcılara biri hassas olmayan, iki soru sunulur ve katılımcıdan her iki soruya cevabı “aynı mıdır?” veya “aynı değil midir?” sorulur. Hassas olmayan soru hassas soru ile ilişkili değildir. Hassas soru örneği olarak katılımcıya “**İlk cinsel deneyiminizde vajinismus problemi yaşadınız mı?**” ve ilişkili olmayan soru örneği olarak, “**Doğum gününüz Ocak, Şubat veya Mart ayında mıdır?**” örnek verilebilir. Katılımcılardan, her iki soruya cevapları “her iki soruya cevapları hayır” veya “her iki soruya cevapları evet” ise, “A” kutusunu ve “soruların sadece birine cevapları evet” ise “B” kutusunu seçmeleri istenir (Jann ve ark., 2012). Hassas olmayan sorunun gerçekleşme olasılığı $p=0,50$ olmamalıdır. Sunulan örnekte hassas olmayan soru olasılığı 0,25’tir. Çapraz yöntemine ait kart Tablo 2.2. ile verilmiştir.

Tablo 2.2. Çapraz yönteminin kartı

Soru 1: Doğum gününüz Ocak, Şubat veya Mart ayında mıdır? Soru 2: İlk cinsel deneyiminizde vajinismus problemi yaşadınız mı?		
A veya B birini seçiniz.	A	Her iki soruya cevabım hayır veya her iki soruya cevabım evettir.
	B	Sorulardan sadece birine cevabım evettir.

Şekil 2.5. Çapraz modelin diyagramını göstermektedir. π hassas soruya verilen "Evet" cevaplarının bilinmeyen oranını belirtir; p , hassas olmayan sorunun bilinen yaygınlığını gösterir.



Şekil 2.5. Çapraz modeline ait ağaç diyagramı

Hassas olmayan soruya Evet yanıtı verme olasılığı araştırmacı tarafından bilinmektedir. Maddelere cevap vermek için, katılımcıda her iki maddenin cevabı aynıysa (her ikisi de evet veya ikisi de hayır) "A" veya iki maddenin cevabı aynı değilse "B" yi seçmesi istenir (bir cevap evet, diğeri hayır). Her iki soru cevabını içeren yanıtlar toplandıktan sonra çapraz yöntemiyle hassas soru yaygınlığı formül-7 ile tahmin edilir.

$$\pi_{CWM} = \frac{\lambda + p - 1}{2p - 1} \quad p \neq 0,5 \quad (7)$$

π_{CWM} : hassas davranışı tahmini oranı,

λ : örneklemede A'yı seçen deneklerin oranı,

p : hassas olmayan sorunun olasılığıdır.

Çapraz yöntemiyle hassas soru yaygınlığının varyansı formül-8 ile verilmiştir:

$$Var(\pi_{CVM}) = \frac{\lambda(1-\lambda)}{n(2p-1)^2} \quad (8)$$

Formül 7 hassas ve hassas olmayan sorular, birbirinden bağımsız olmasına göre türetilmiştir. Hassas soru için düşünülen olasılık “ π ” ve hassas olmayan sorunun olasılığı “ p ” olarak alınmıştır. Tablo 2.3.’te görüldüğü gibi, bir denek için hassas ve hassas olmayan sorunun birlikte “hayır” cevap seçilme olasılığı, iki sorunun birbirinden bağımsız olmasından dolayı $(1-p)(1-\pi)$ dir, diğer olasılıklar aynı şekilde tabloda yazılmıştır. Çapraz yönteminde karmaşık bir şekilde (hassas ve hassas olmayan soru birlikte) sadece toplanan evet ve hayır cevapların sayısıyla belirlenir. A seçeneğine toplanan evet cevapları (λ), formül-9 ile ifade edilir (Yu ve ark., 2008).

$$\lambda = (1 - p)(1 - \pi) + p\pi \quad (9)$$

Tablo 2.3. Çapraz yöntemin kontenjans tablosu

		Hassas olmayan soru		
Hassas soru		Hayır	Evet	
	Hayır	$(1-p)(1-\pi)$	$p(1-\pi)$	$1-\pi$
	Evet	$(1-p)\pi$	$p\pi$	π
		$1-p$	p	

Her iki soruya evet veya her iki soruya hayır cevabı verildiğinde A seçeneğini seçilir, bahsedilen bu sayıyı λ ’dır. Denklemde λ ve p sayıları belli olduğundan dolayı denklemi belli olamayan nesne π (hassas soru olasılığı) için çözüldüğünde çapraz yöntemine ait formül elde edilir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında, hassas soru yöntemlerini karşılaştırmak ve önerilen düzeltmenin performansını görmek amacıyla 1.000.000 birimlik varsayımsal anakütller türetildi ve sabit çekirdek kullanarak her yöntem için farklı örneklem büyüklükleri için simüle edilmiştir. Böylece yöntemler karşılaştırılabilir olup, karşılaştırmalar aynı popülasyonu temsil eden örneklem ile yapılmıştır. Yöntemlerde kullanılan simülasyon çalışması R 3.4.1 programında yapılmıştır.

3.1. Simülasyon Senaryosu

Simülasyon çalışmasında, ilgili hassas sorunun yaygınlığına yönelik farklı olasılıklarda 13 hipotetik anakütle oluşturuldu. Anakütlerde hassas soru oranları 0,001; 0,005; 0,010; 0,050; 0,100; 0,200; 0,300; 0,400; 0,500; 0,600; 0,700; 0,800 ve 0,900 alınmıştır. Amaç doğrultusunda simülasyon çalışması, oluşturulan sorulara yönelik varsayımsal anakütleden 1.000 tekrar yapılarak, farklı örneklem büyüklükleri ($n=50, 100, 250, 500, 750, 1000, 2500$ ve 3000) için yapıldı. Yöntemlerde kullanılan sorular ve simülasyon senaryosu tablo 3.1. ile verilmiştir. Hassas soru binary bir değişken olup Binom dağılımı aracılığıyla farklı olasılıklar için türetildi.

Randomize cevap yöntemi için simülasyon planında, türetilen hassas soru anakütlesinden 1.000 birimlik örneklem seçilerek, iki zar atışı simüle edildi. Zarların toplamı 5 ile 10 arasında olduğunda hassas deneğin gerçek durumu alındı. Zarların toplamı 2, 3 veya 4 olduğunda cevap olarak “Evet” atandı. Zarların toplamı 11 veya 12 olduğunda cevap olarak “Hayır” atandı.

Aday yönteminde, kullanılan iki soru için türetilen anakütleden rasgele 3 kişilik yakın çevre türetilip, hassas soru yanıtları alındı. Daha sonra hassas davranıştan bilgisi olan diğer arkadaşları için, üç kişilik çevreden rastgele bir kişi seçildi ve bu kişi diğer denekler tarafından kaç defa seçildiğine bakıldı.

Eşsiz-Sayım ve gruplandırılmış cevap tekniklerinde bulunan soruların türetilmesi için Binom dağılımı kullanılmıştır. Bu sorularda iki soru için 0,50

olasılık olarak kullanılırken, bir sorunun pozitif yanıtlama olasılığı yüksek ve diğer sorunun pozitif yanıtlama olasılığı düşük olmasını gerektiği nedeni ile olasılıklar 0,70 ve 0,20 kullanılmıştır.

Çapraz modelinde kullanılan, hassas olmayan soru için Binom dağılımından 0,25 pozitif yanıtlama olasılığı seçilmiştir.

Tablo 3.1. Simülasyon planı

	Soru	Simülasyon planı
Soru-1 Hassas soru	İlk cinsel deneyiminde vajinismus problemi yaşadınız mı?	Binom dağılımdan $N=1.000.000$ birimlik ve $P= 0,001; 0,005; 0,010; 0,050; 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80$ ve $0,90$ olasılıklarla türetildi.
Soru-2	Yakın çevrenizde kesin olarak bildiğiniz vajinismus problemi yaşayan kaç tanıdığınız var?	Seçilen örnekleme bütün denekler için rasgele olarak 3 kişilik bir yakın çevre rastgele seçilerek, seçilen deneklere karşılık gelen hassas soru yanıtları toplandı.
Soru-3	Soru iki 'de seçilen bir arkadaşınızın cinsel sorunlarından kaç kişinin haberi var?	İkinci soruda hassas davranışa sahip seçilen yakın çevreden bir kişinin seçilmesi istenmektedir. Bu kişi rasgele olarak ikinci soruda türetilen deneklerden seçilerek, diğer denekler tarafından kaç defa seçildiğine bakıldı.
Soru-4	Daha önce idrar yolu enfeksiyonu yaşamadım.	Hassas olmayan soru örneği olarak Binom dağılımdan belirli bir olasılıktan ($P=0,20$) $N=1.000.000$ birimlik türetildi. $X \sim B(1000000, 0,20)$
Soru-5	Kadın doğum hekimine gideceğim zaman mutlaka özel muayene ya da özel hastaneyi tercih ederim.	Hassas olmayan soru örneği olarak Binom dağılımdan belirli bir olasılıktan ($P=0,50$) $N=1.000.000$ birimlik türetildi. $X \sim B(1000000, 0,50)$
Soru-6	Doğum kontrol haplarını kullanıyorum.	Hassas olmayan soru örneği olarak dağılımdan belirli bir olasılıktan ($P=0,50$) $N=1.000.000$ birimlik türetildi. $X \sim B(1000000, 0,50)$
Soru-7	Yılda bir defa Pap smear testi yaptırırım.	Hassas olmayan soru örneği olarak dağılımdan belirli bir olasılıktan ($P=0,70$) $N=1.000.000$ birimlik türetildi. $X \sim B(1000000, 0,70)$
Soru-8	Doğum gününüz Ocak, Şubat veya Mart ayında mıdır?	Çapraz yöntemin hassas olmayan soru örneği olarak Binom dağılımdan $N=1.000.000$ birimlik; $P=0,25$ olasılıkla türetildi. $X \sim B(1000000, 0,25)$

3.2. Yöntemlerin performansının değerlendirmesinde kullanılan ölçütler

i. **Yanlılık (Bias):** Yanlılık, parametre türetilmesinde izin verilmeyen bir faktör nedeniyle istatistiksel sonuçların sistematik bir şekilde çarpıtılmasıdır. Yanlılık anakütle parametresinden tek taraflı sapmayı gösterir (Smith ve Noble, 2014). Bu amaçla, tez çalışmasında, simülasyon sonuçları için yanlılık formül-10 ile elde edildi.

$$Yanlılık = \frac{\sum_{i=1}^t (\hat{p}_i - P)}{t} \quad (10)$$

$\hat{p}_i$: örneklemden tahmin edilen hassas soru oranı,
 P : anakütle oranı,
 t : tekrar sayısı.

ii. **Hata Karelerinin Ortalama Büyüklüğünün Karekökü (RMSE):** RMSE anakütle parametresinden çift taraflı sapmaların büyüklüğünü verir (Xing ve Nabendu, 2010). Bu metrik de 0 ile ∞ arasında değişebilir ve hata yönlerini dikkate almaz. Simülasyon sonuçları için RMSE formül-11 ile elde edildi.

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^t \frac{(\hat{p}_i - P)^2}{t}} \quad (11)$$

$\hat{p}_i$: örneklemden tahmin edilen hassas soru oranı,
 P : anakütle oranı,
 t : tekrar sayısı.

3.3. Çapraz Modeli için Önerilen Düzeltme: Çapraz Modelin Uludağ Düzeltmesi

Hassas davranışların tahmini oranını elde etmek için son zamanlarda en popüler teknik, çapraz modelidir. Standart çapraz modelin yaygınlık tahminlerinin gerçek değerlere yakın olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Hoffman ve ark., 2015; Hoffman ve Musch, 2016a; Hoffman ve Musch, 2018b). Bu nedenle çapraz modelin eksikleri ve artılarını değerlendirmek hassas konu araştırmalarında önemli rol oynamaktadır. Çapraz modeline dayanan yaygınlık tahminleri genellikle örneklem büyüklüğü küçük olduğunda çapraz modelin performansının düşük olduğu görülmektedir (Höglinger ve ark., 2016). Bu tez çalışmasında küçük örneklemelerde ve düşük prevalans oranlarında, tahmin doğruluğunu arttırmak amacıyla çapraz model için düzeltme üzerinde çalışılmış ve çapraz model Uludağ düzeltmesi önerilmiştir.

Standart çapraz modeli uygulamasında, ankete katılanlar evet-hayır seçenekli iki soru alırlar. Bir soru hassas soru iken diğer soru ise hassas değildir ve hassas sorudan bağımsızdır. Katılımcılardan, her iki soruya cevapları aynı ise (her iki soruya cevapları hayır veya her iki soruya cevapları evet ise) “A” kutusunu ve cevapları aynı değilse (soruların sadece birine cevapları evet ise) “B” kutusunu seçmeleri istenir. Standart çapraz modelin yaygınlık tahmini formül-12 de verilmiştir:

$$\pi_{CWM} = \frac{\lambda + p - 1}{2p - 1} \quad p \neq 0,5 \quad (12)$$

π_{CWM} : hassas davranışın tahmini oranı,
 λ : örnekleme A’yı seçen deneklerin oranı,
 p : hassas olmayan sorunun olasılığıdır.

Bu tahminin varyansı formül-13’te verilmiştir:

$$Var(\pi_{CWM}) = \frac{\lambda(1-\lambda)}{n(2p-1)^2} \quad (13)$$

Tez çalışmasıyla modifiye edilen ve çapraz model Uludağ düzeltmesi olarak isimlendirilen, küçük örneklem büyüklüğü etkisi azaltmak için ve düşük prevelanslarda tahmin performansını arttırmak amacıyla formül-14’te verilen düzeltme önerilmiştir.

$$\pi_{Adj} = \frac{\pi_{CWM} - (\frac{1}{3})var(\pi_{CWM})}{1 - (\frac{1}{3})var(\pi_{CWM})} \quad (14)$$

π_{Adj} : Çapraz modeli Uludağ düzeltmesi ile hassas davranışın tahmini oranı,
 π_{CWM} : standart çapraz modeli ile hassas davranışın tahmini oranı,

Tez çalışmasında çapraz modeli için yapılan, formül-14’deki önerilen düzeltmede formül-15 ve formül 16 referans alınmıştır. Formül-15’te, SF, tahmin edilecek hassas soru oranı olursa, $p(E | SF)$, hassas soru tahmininde “evet” cevaplarının oranıdır. Çapraz modelinde hassas sorunun gerçeklerinin geçerli olup olmadığına bakılmaksızın formül-15’te bulunan düzeltme ile hassas sorunun yaygınlık oranı $p_{kor} (E | SF)$, rastgele cevap oranından ($p(z)$) türetilir (Enzmann., 2017).

$$p_{kor}(ja|SF) = \frac{p(E|SF) - 0.5 p(z)}{1 - p(z)} \quad (15)$$

Daha sonra bu formül modifiye edilerek formül-16 rasgele cevap düzeltmesi için elde edilmiştir. $\hat{\pi}_{SCM}$ standart çapraz modelinin tahmini oranı ve r çapraz modeline verilen rastgele cevapların oranı olursa, hassas sorunun tahmini oranı ($\hat{\pi}_{CMR-S}$) formül-16 ile elde edilebilir (Schnapp., 2019).

$$\hat{\pi}_{CMR-S} = \frac{\hat{\pi}_{SCM} - 0.5r}{1-r} \quad r \neq 1 \quad (16)$$

4. BULGULAR

Her yöntem için simülasyon senaryosunu $n=50, 100, 250, 500, 750, 1000, 2500$ ve 3000 örneklem büyüklükleri ve $P=0,001; 0,005; 0,010; 0,050; 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80$ ve $0,90$ hassas sorunun görülme oranları alınarak uygulanmıştır. Bulgular tablo 4.1-4.10 ile sunulmuştur. Simülasyon sonuçlarının performansı grafik 4.1-4.91 ile sunulmuştur. Daha sonra, sunulan yanlılık ve RMSE grafikleri farklı parametreler için grafik 4.92-4.104 ile sunulmuştur. Bulguların son bölümünde hassas soru yöntemlerinde çapraz modeli için bu tez çalışmasında önerilen Uludağ düzeltmesi ile elde edilen yanlılık ve RMSE değerleri tabloları tablo 4.11-4.14 ve 4.105-4.117 grafikleri ile sunulmuştur.

4.1. Randomize Cevap Yöntemi

Tablo 4.1. ve 4.2. ile randomize cevap yöntemine ait simülasyon sonuçları verilmiştir. Yanlılık sonuçları Tablo 4.1 ve RMSE sonuçları Tablo 4.2 ile sunulmuştur.

Tablo 4.1. Randomize cevap yöntemi, yanlılık sonuçları

P	n=50	n=100	n=250	n=500	n=750	n=1000	n=2500	n=3000
0,001	0,001693	0,000880	-0,001731	-0,001416	-0,000388	-0,000947	-0,000391	-0,000175
0,005	0,001053	-0,000307	0,000003	-0,001280	-0,000250	-0,000816	-0,000424	-0,000104
0,010	-0,001813	-0,002293	-0,000309	-0,000280	-0,001035	-0,000031	-0,000097	-0,000592
0,050	-0,002880	-0,000893	0,000149	-0,000888	0,000706	-0,000067	-0,000363	0,000038
0,100	0,000693	0,002707	-0,001280	0,000589	-0,001781	-0,001147	-0,000284	0,000164
0,200	0,003280	0,001187	-0,001579	0,000197	-0,000372	-0,000273	-0,000669	-0,000675
0,300	-0,000267	0,002080	0,000043	-0,001509	-0,000123	-0,000248	-0,000581	-0,000587
0,400	0,000933	0,000693	0,001771	0,000277	-0,000028	-0,000369	-0,001459	0,001246
0,500	-0,003787	0,001973	0,001141	-0,001411	-0,001253	-0,000761	0,000587	-0,000253
0,600	0,005760	-0,001093	-0,001797	0,000469	0,000453	0,001067	-0,000401	-0,000028
0,700	-0,004347	0,000547	-0,000645	-0,000941	-0,000553	-0,000457	-0,000383	-0,000231
0,800	<0,000001	-0,002427	-0,000677	-0,000083	-0,000068	-0,000316	-0,000256	-0,000804
0,900	0,002320	-0,001880	0,001099	0,000371	-0,000462	-0,000221	-0,000453	-0,000804

Randomize cevap yönteminde örneklem büyüklüğü arttıkça anakütle parametresine daha yakın tahminler elde edilmiştir. Bu yöntemde yüksek örneklem büyüklüklerinde ($n>500$) genellikle anakütle parametresinden düşük değerler elde edilirken, küçük örneklem büyüklüklerinde genellikle anakütle parametresinden yüksek değerler elde edilmiştir.

Tablo 4.2. Randomize cevap yöntemi, RMSE sonuçları

P	n=50	n=100	n=250	n=500	n=750	n=1000	n=2500	n=3000
0,001	0,067513	0,050491	0,031079	0,022256	0,018192	0,015187	0,009892	0,009236
0,005	0,071293	0,049849	0,031952	0,023532	0,018770	0,015674	0,009901	0,009049
0,010	0,071802	0,049654	0,031763	0,022752	0,019369	0,016296	0,010434	0,009561
0,050	0,077061	0,053378	0,033898	0,024284	0,019748	0,017128	0,010454	0,009565
0,100	0,080279	0,056753	0,034699	0,024779	0,020799	0,018099	0,011520	0,010253
0,200	0,090499	0,062843	0,039019	0,028044	0,021753	0,020105	0,012648	0,011841
0,300	0,093005	0,066693	0,042027	0,028312	0,023830	0,020172	0,012919	0,011522
0,400	0,093994	0,066934	0,041394	0,030468	0,024641	0,020441	0,013219	0,012219
0,500	0,095250	0,065576	0,042361	0,030107	0,024346	0,020380	0,013361	0,012332
0,600	0,091379	0,064892	0,042371	0,029799	0,024040	0,019581	0,013005	0,012135
0,700	0,088333	0,060869	0,039600	0,028103	0,021639	0,019715	0,012149	0,011249
0,800	0,080671	0,058043	0,034260	0,024883	0,019925	0,017667	0,011070	0,010440
0,900	0,068971	0,049641	0,030432	0,021751	0,017328	0,015823	0,009697	0,009231

Randomize cevap yönteminde örneklem büyüklüğü arttıkça anakütle parametresinden düşük düzeyde sapmalar görülmüştür.

4.2. Aday Yöntemi

Tablo 4.3 ve 4.4 ile aday yöntemine ait simülasyon sonuçları verilmiştir. Yanlılık sonuçları Tablo 4.3 ve RMSE sonuçları Tablo 4.4 ile sunulmuştur.

Tablo 4.3. Aday yöntemi, yanlılık sonuçları

P	n=50	n=100	n=250	n=500	n=750	n=1000	n=2500	n=3000
0,001	0,000640	0,000570	0,000586	0,000577	0,000568	0,000564	0,000571	0,000539
0,005	0,002120	0,002167	0,002423	0,002357	0,002392	0,002487	0,002650	0,002336
0,010	0,004743	0,004875	0,004931	0,004909	0,004908	0,005007	0,004962	0,000051
0,050	0,025170	0,024427	0,025040	0,024918	0,024285	0,025490	0,025229	0,024895
0,100	0,049627	0,049073	0,049941	0,049259	0,050379	0,048786	0,049379	0,049168
0,200	0,100047	0,099567	0,100341	0,100455	0,098052	0,099631	0,099749	0,100653
0,300	0,149567	0,148643	0,149711	0,149323	0,148575	0,148987	0,148471	0,148301
0,400	0,200630	0,200995	0,198535	0,199073	0,200032	0,199162	0,198924	0,196942
0,500	0,251920	0,252000	0,250520	0,248767	0,249141	0,248347	0,247474	0,248643
0,600	0,299300	0,298830	0,298250	0,300146	0,299294	0,298290	0,298319	0,296601
0,700	0,350363	0,351182	0,350969	0,350182	0,349079	0,349136	0,347685	0,346690
0,800	0,399883	0,400258	0,399289	0,400417	0,398598	0,398057	0,397393	0,395526
0,900	0,450303	0,450752	0,449657	0,449290	0,449411	0,449315	0,446999	0,446293

Aday yönteminde anakütle parametresi düşük olduğu durumlarda daha yakın tahminler elde edilmiştir. Bu yöntemde her zaman anakütle parametresinden yüksek değerler elde edilmiştir. Bu yöntemin performansı anakütle parametresi yüksek popülasyonlarda düşmüştür.

Tablo 4.4. Aday yöntemi, RMSE sonuçları

P	n=50	n=100	n=250	n=500	n=750	n=1000	n=2500	n=3000
0,001	0,003940	0,002857	0,001835	0,001385	0,001138	0,001051	0,000787	0,000739
0,005	0,008695	0,006381	0,004624	0,003611	0,003227	0,003147	0,002933	0,002573
0,010	0,012969	0,009585	0,007253	0,006309	0,005805	0,005705	0,005261	0,005090
0,050	0,036522	0,030832	0,027452	0,026188	0,025208	0,026254	0,025514	0,025118
0,100	0,061166	0,055499	0,052365	0,050515	0,051250	0,049465	0,049660	0,049399
0,200	0,111002	0,105465	0,102635	0,101691	0,098816	0,100234	0,099993	0,100844
0,300	0,159219	0,154047	0,151792	0,150419	0,149209	0,149522	0,148688	0,148469
0,400	0,209022	0,205457	0,200403	0,199979	0,200621	0,199630	0,199107	0,197088
0,500	0,258716	0,255699	0,252016	0,249513	0,249692	0,248729	0,247625	0,248770
0,600	0,304993	0,301853	0,299494	0,300714	0,299681	0,298584	0,298440	0,296707
0,700	0,354595	0,353506	0,351831	0,350643	0,349387	0,349349	0,347771	0,346770
0,800	0,402766	0,401768	0,399916	0,400706	0,398812	0,398207	0,397457	0,395578
0,900	0,451721	0,451498	0,449930	0,449438	0,449509	0,449396	0,447031	0,446319

Aday yönteminde ana kütle parametresinin yüksek değerlerinde tahmininde daha yüksek düzeyde sapmalar görülmüştür.

4.3. Eşsiz-Sayım Yöntemi

Tablo 4.5 ve 4.6 ile eşsiz-sayım yöntemine ait simülasyon sonuçları verilmiştir. Yanlılık sonuçları Tablo 4.5 ve RMSE sonuçları Tablo 4.6 ile sunulmuştur.

Tablo 4.5. Eşsiz-Sayım yöntemi, yanlılık sonuçları

P	n=50	n=100	n=250	n=500	n=750	n=1000	n=2500	n=3000
0,001	0,007240	-0,004500	0,001368	0,000808	0,004125	0,004706	-0,000302	-0,001603
0,005	0,003680	-0,004320	0,001768	-0,004640	0,000997	-0,002770	0,002333	-0,001499
0,010	0,006480	-0,006220	-0,005680	-0,003188	0,000888	-0,000046	-0,001048	-0,001373
0,050	0,010200	0,006300	0,005392	0,000208	0,000179	0,000544	-0,001234	0,001463
0,100	0,007360	0,010580	-0,000960	-0,004896	0,002923	-0,001176	0,000099	0,001033
0,200	-0,001720	-0,000180	0,003480	-0,000018	-0,001203	0,003040	0,001486	0,001081
0,300	-0,001600	0,004620	0,001280	-0,001088	0,001179	-0,000932	0,001459	0,001174
0,400	0,005800	0,005260	-0,004880	-0,003268	-0,000477	0,000756	-0,000991	0,001756
0,500	-0,006280	0,007800	0,001472	-0,003440	0,001134	-0,002120	0,001927	0,000333
0,600	0,009240	0,007900	-0,002016	0,002300	-0,002285	0,000062	0,002170	-0,000620
0,700	-0,011800	0,000040	0,001064	-0,000440	0,002155	0,002074	0,000802	0,000522
0,800	0,001440	0,003920	-0,008352	-0,001832	0,001978	0,003868	0,000289	-0,000350
0,900	-0,010160	0,000580	0,001464	0,001008	-0,002531	0,001426	0,001286	0,001148

Eşsiz-Sayım yönteminde küçük örneklerde parametre tahmininde yüksek performans göstermemektedir. Bu yöntemde (50, 100, 250 ve 500) örneklem büyüklüklerinde genellikle anakütle parametresinden düşük değerler elde edilirken, daha büyük örneklerde anakütle parametresinden yüksek değerler elde edilmiştir.

Tablo 4.6. Eşsiz-Sayım yöntemi, RMSE sonuçları

P	n=50	n=100	n=250	n=500	n=750	n=1000	n=2500	n=3000
0,001	0,253628	0,188553	0,112090	0,084247	0,068297	0,058898	0,037663	0,033307
0,005	0,272747	0,186066	0,118196	0,083079	0,066751	0,057796	0,039327	0,034069
0,010	0,265518	0,186642	0,123912	0,085835	0,071898	0,057860	0,036962	0,033782
0,050	0,265128	0,190032	0,119147	0,084374	0,068259	0,060041	0,038140	0,035446
0,100	0,266263	0,195621	0,121948	0,084695	0,068840	0,059350	0,038723	0,033715
0,200	0,277125	0,193741	0,122801	0,086597	0,067074	0,063626	0,039329	0,036149
0,300	0,277099	0,196608	0,124975	0,092182	0,072642	0,062367	0,038823	0,035119
0,400	0,286085	0,186750	0,120315	0,091268	0,072335	0,063393	0,039022	0,036068
0,500	0,280337	0,198973	0,125691	0,087909	0,072566	0,062487	0,039253	0,036120
0,600	0,277004	0,199147	0,128467	0,087832	0,072749	0,062829	0,040195	0,037140
0,700	0,265854	0,203267	0,127306	0,089202	0,074451	0,064635	0,040282	0,035610
0,800	0,275193	0,189899	0,123764	0,090610	0,067630	0,062359	0,040769	0,035948
0,900	0,264042	0,198582	0,125815	0,085545	0,070829	0,061644	0,038248	0,036551

Eşsiz-Sayım yönteminde örneklem büyüklüğü arttıkça anakütle parametresinden sapmalar düşmüştür (RMSE düşmüştür).

4.4. Gruplandırılmış Cevap Yöntemi

Tablo 4.7 ve 4.8 ile gruplandırılmış cevap yöntemine ait simülasyon sonuçları verilmiştir. Yanlılık sonuçları Tablo 4.7 ve RMSE sonuçları Tablo 4.8 ile sunulmuştur.

Tablo 4.7. Gruplandırılmış cevap yöntemi, yanlılık sonuçları

P	n=50	n=100	n=250	n=500	n=750	n=1000	n=2500	n=3000
0,001	0,007240	-0,004500	-0,003144	0,000156	0,001973	0,000364	-0,000960	0,001222
0,005	0,003680	-0,004320	-0,002952	0,000156	0,001949	0,000246	-0,001051	0,001191
0,010	0,006480	-0,006220	-0,002992	-0,000052	0,001861	0,000194	-0,000928	0,001241
0,050	0,010200	0,006300	-0,002784	0,000060	0,001749	0,000520	-0,001130	0,001109
0,100	0,007360	0,010580	-0,003864	0,000524	0,001739	0,000506	-0,001036	0,001185
0,200	-0,001720	-0,000180	-0,003152	0,000864	0,002077	0,001840	-0,000558	0,001930
0,300	-0,001600	0,004620	-0,004584	0,000364	0,001563	0,000748	-0,000690	0,001490
0,400	0,005800	0,005260	-0,004200	-0,000216	0,001776	0,000766	-0,000553	0,001381
0,500	-0,006280	0,007800	-0,004232	-0,000936	0,002104	0,000560	-0,000724	0,001335
0,600	0,009240	0,007900	-0,002120	0,000416	0,002203	0,000050	-0,001570	0,000866
0,700	-0,011800	0,000040	-0,001736	-0,000164	0,002416	0,000068	-0,001434	0,000758
0,800	0,001440	0,003920	-0,003168	-0,000664	0,001902	-0,001024	-0,001566	0,000318
0,900	-0,010160	0,000580	-0,002456	-0,000324	0,002240	0,000310	-0,001087	0,001063

Gruplandırılmış cevap yönteminde örneklem büyüklüğü arttıkça daha yakın tahminler elde edilmiştir. Bu yöntemde (50, 100, 250 ve 500) örneklem büyüklüklerinde genellikle anakütle parametresinden düşük değerler elde edilirken, daha büyük örneklemelerde anakütle parametresinden yüksek değerler elde edilmiştir.

Tablo 4.8. Gruplandırılmış cevap yöntemi, RMSE sonuçları

P	n=50	n=100	n=250	n=500	n=750	n=1000	n=2500	n=3000
0,001	0,253628	0,188553	0,079668	0,059082	0,048022	0,040011	0,026011	0,024355
0,005	0,272747	0,186066	0,079649	0,059279	0,048285	0,040160	0,026084	0,024440
0,010	0,265518	0,186642	0,079899	0,059571	0,048456	0,040274	0,026209	0,024510
0,050	0,265128	0,190032	0,081204	0,061189	0,049538	0,041814	0,027043	0,025107
0,100	0,266263	0,195621	0,083068	0,061875	0,050171	0,042979	0,027925	0,025823
0,200	0,277125	0,193741	0,087030	0,064236	0,052075	0,045076	0,029195	0,026983
0,300	0,277099	0,196608	0,089373	0,065987	0,053893	0,046250	0,030151	0,027657
0,400	0,286085	0,186750	0,090719	0,066448	0,054974	0,046461	0,029989	0,027357
0,500	0,280337	0,198973	0,092039	0,066640	0,054624	0,046569	0,030215	0,027566
0,600	0,277004	0,199147	0,091191	0,066655	0,053510	0,045091	0,028773	0,027055
0,700	0,265854	0,203267	0,089589	0,065747	0,052836	0,044172	0,027724	0,026239
0,800	0,275193	0,189899	0,088195	0,064393	0,052372	0,042765	0,027460	0,026103
0,900	0,264042	0,198582	0,085180	0,061711	0,050724	0,041549	0,026863	0,025284

Gruplandırılmış cevap yönteminde örneklem büyüklüğü 250'den küçük durumlar için düşük performans sergilememektedir.

4.5. Çapraz Modeli

Tablo 4.9 ve 4.10 ile çapraz yöntemine ait simülasyon sonuçları verilmiştir. Yanlılık sonuçları Tablo 4.9 ve RMSE sonuçları Tablo 4.10 ile sunulmuştur.

Tablo 4.9. Çapraz yöntemi, yanlılık sonuçları

P	n=50	n=100	n=250	n=500	n=750	n=1000	n=2500	n=3000
0,001	0,002800	0,000900	0,001208	0,001036	0,001285	0,000790	0,001005	0,001555
0,005	0,008680	-0,001920	-0,000352	0,000720	-0,000203	0,001414	-0,000711	0,000985
0,010	0,003320	-0,003000	-0,003856	-0,001064	0,001789	0,000886	-0,000731	0,000051
0,050	-0,005440	-0,003200	0,002304	-0,003236	-0,001181	-0,001040	0,000718	-0,002657
0,100	-0,006720	-0,001320	-0,002216	0,001468	0,002064	0,001352	-0,000010	-0,001627
0,200	0,001640	-0,000860	-0,000136	0,003444	-0,000891	-0,003504	-0,001413	-0,000498
0,300	0,002200	0,001880	-0,000736	-0,004544	0,000667	0,001358	-0,000444	0,000587
0,400	-0,002360	-0,002920	-0,002576	0,000120	0,004763	-0,001168	-0,001090	-0,000345
0,500	-0,001120	-0,001140	-0,002928	0,000576	-0,001163	0,000230	-0,001894	-0,001985
0,600	0,000560	-0,000220	0,002840	-0,000848	0,000933	0,000730	0,000616	-0,000087
0,700	0,002240	0,003300	0,002176	-0,001236	0,000749	-0,000030	-0,000288	-0,000395
0,800	-0,002960	-0,000620	0,000392	0,001272	0,000685	-0,002392	0,001730	-0,001081
0,900	-0,000160	-0,001740	0,000320	0,000240	0,000101	0,003832	-0,000971	0,000689

Çapraz yöntem ile bütün parametre oranlarında yakın tahminler elde edilmiştir. Bu yöntemde genellikle anakütle parametresinden düşük tahminler elde edilmiştir.

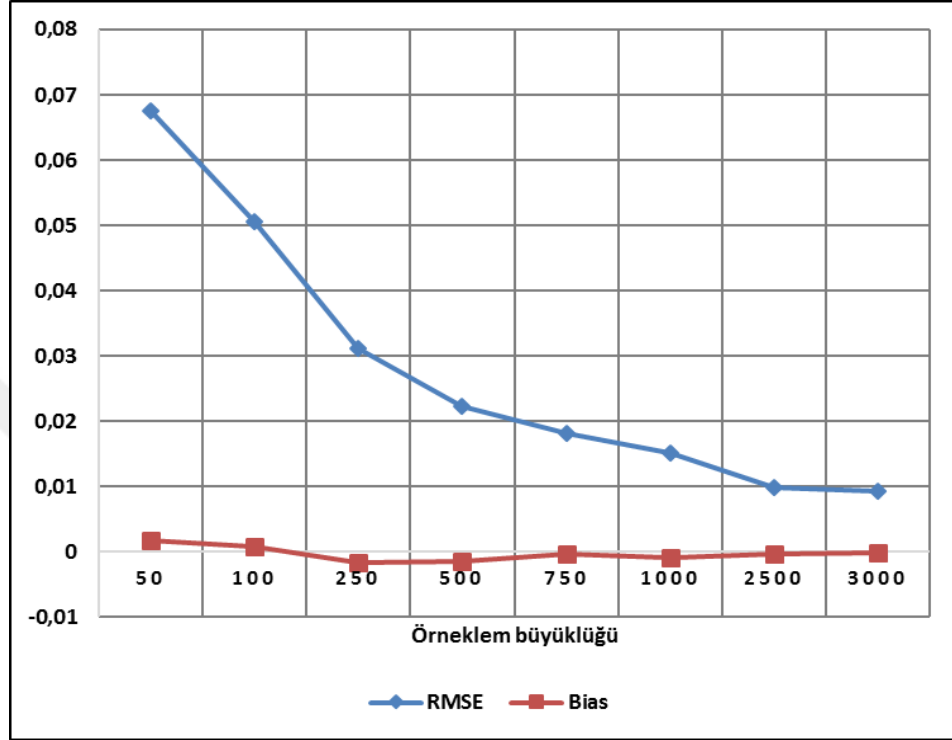
Tablo 4.10. Çapraz yöntemi, RMSE sonuçları

P	n=50	n=100	n=250	n=500	n=750	n=1000	n=2500	n=3000
0,001	0,121589	0,090218	0,054876	0,038627	0,031398	0,026600	0,017672	0,015781
0,005	0,125463	0,085115	0,053573	0,037196	0,031601	0,028357	0,017303	0,015915
0,010	0,127562	0,087800	0,054918	0,039408	0,031061	0,027364	0,016729	0,015888
0,050	0,127546	0,089456	0,056247	0,038695	0,032715	0,029367	0,017835	0,016683
0,100	0,124374	0,088136	0,056939	0,041987	0,035547	0,029505	0,018150	0,017182
0,200	0,135008	0,094778	0,060817	0,041911	0,034219	0,030700	0,019021	0,017596
0,300	0,139422	0,098910	0,062704	0,042497	0,037069	0,031168	0,018791	0,017832
0,400	0,145250	0,106098	0,062366	0,044484	0,035663	0,030766	0,020096	0,018229
0,500	0,134735	0,104424	0,060420	0,044949	0,037432	0,032053	0,019848	0,018685
0,600	0,138125	0,098714	0,063990	0,044736	0,035733	0,030895	0,019514	0,017526
0,700	0,136880	0,097396	0,062140	0,044827	0,036761	0,031349	0,019377	0,018296
0,800	0,127599	0,091924	0,061316	0,042894	0,034573	0,029911	0,019394	0,017373
0,900	0,134248	0,094134	0,059778	0,041173	0,032625	0,028179	0,017595	0,016797

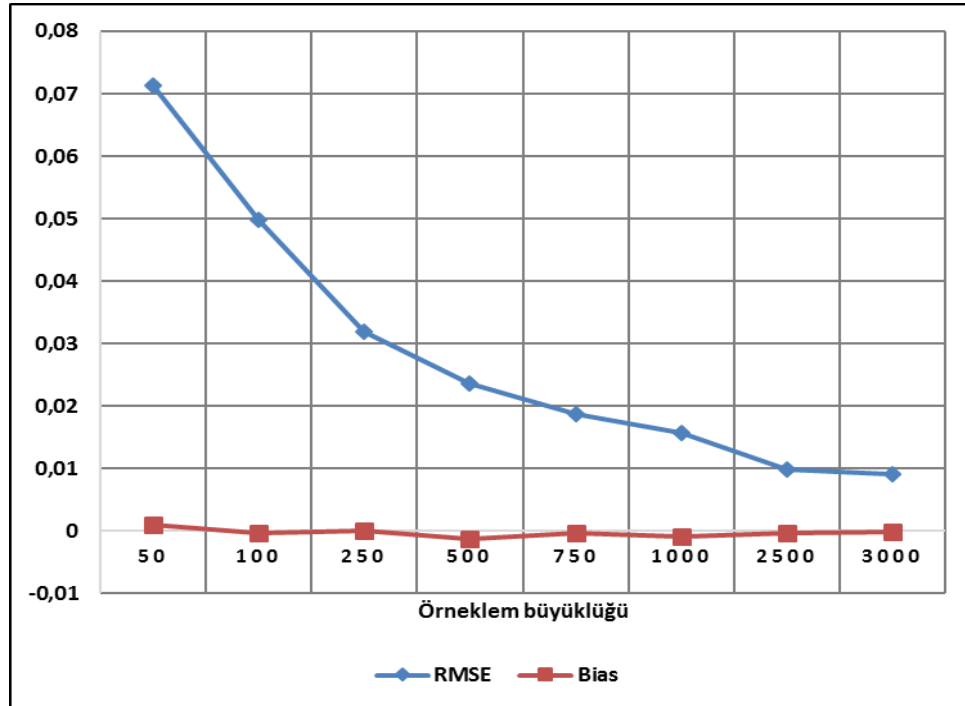
Bu yönteminde n=50 örneklem büyüklüğünde düşük performans gözlemlenmiştir. Örneklem büyüklüğü arttıkça çapraz yöntemin performansı artmıştır.

4.6. Hassas Sorular Yöntemlerini Temel Alan Grafikler

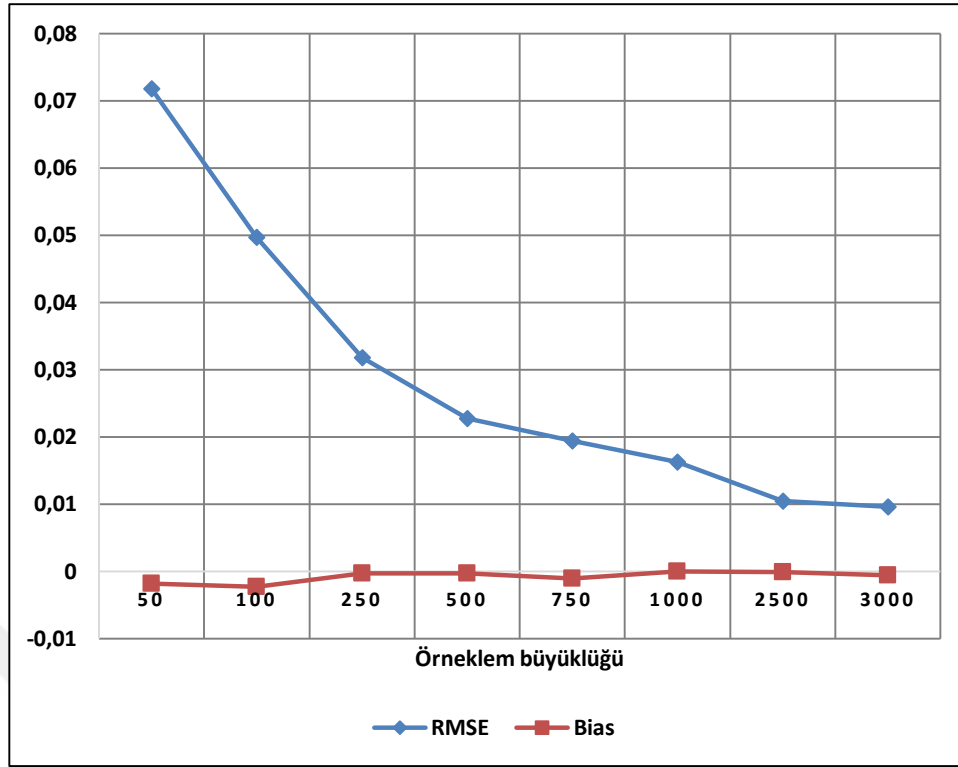
Hassas konular için kullanılan yöntemler dikkate alınarak yapılan simülasyon çalışması ile elde edilen bulgulara ait grafikler (Şekil 4.1. – 4.65.) aracılığıyla sunulmuştur.



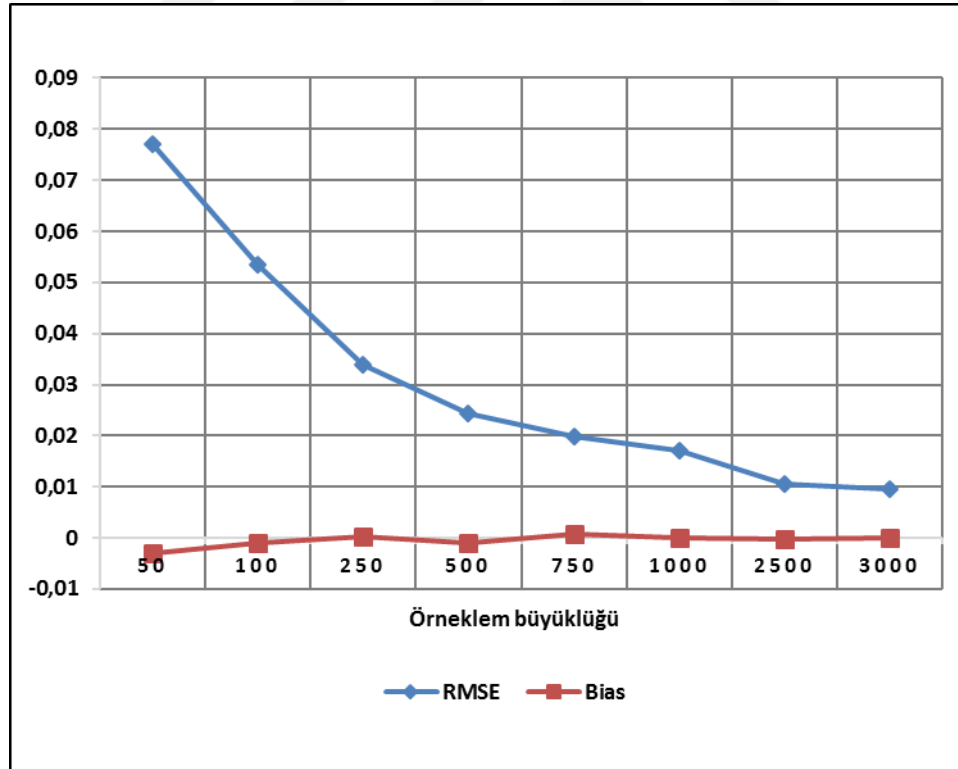
Şekil 4.1. Randomize cevap yöntemine ait $P=0,001$ grafiği



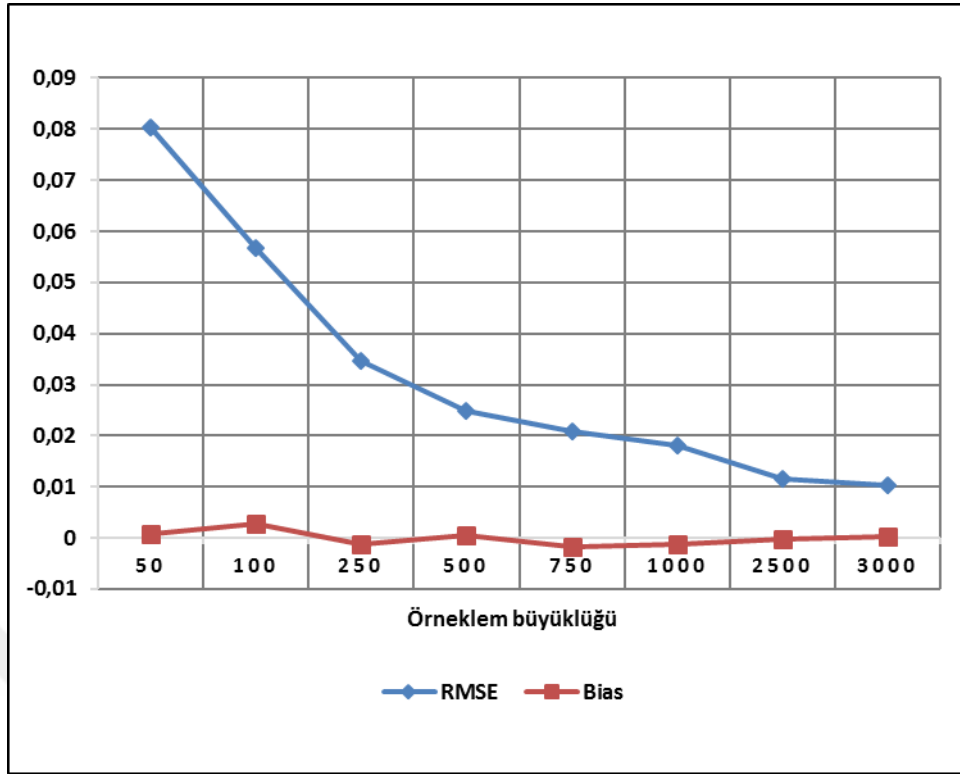
Şekil 4.2. Randomize cevap yöntemine ait $P=0,005$ grafiği



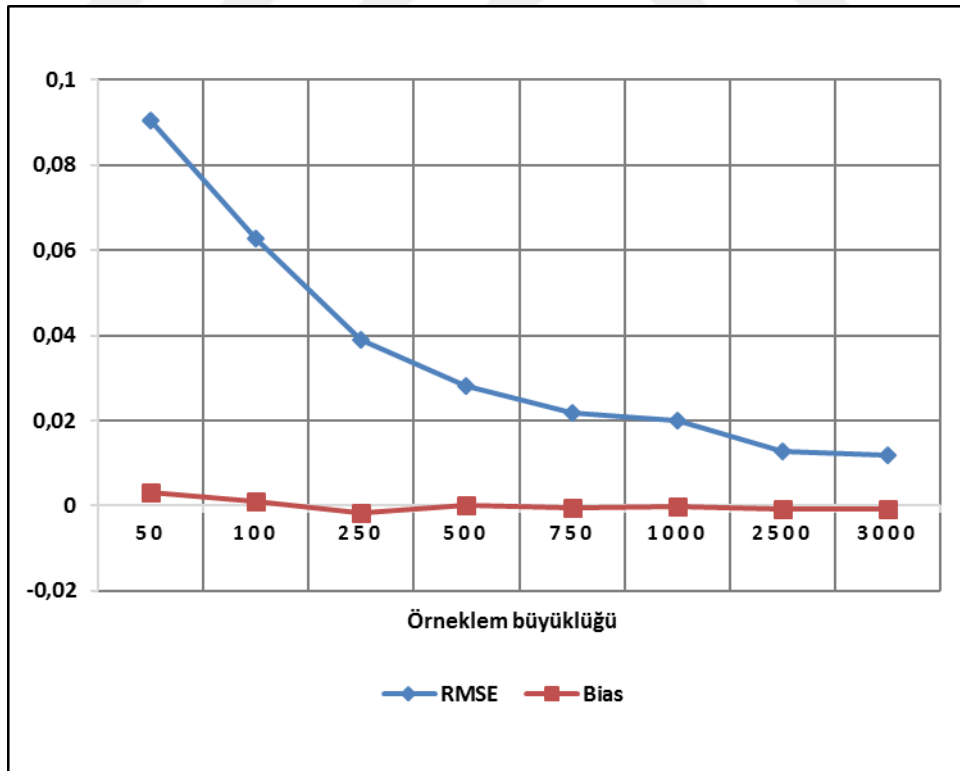
Şekil 4.3. Randomize cevap yöntemine ait $P=0,01$ grafiği



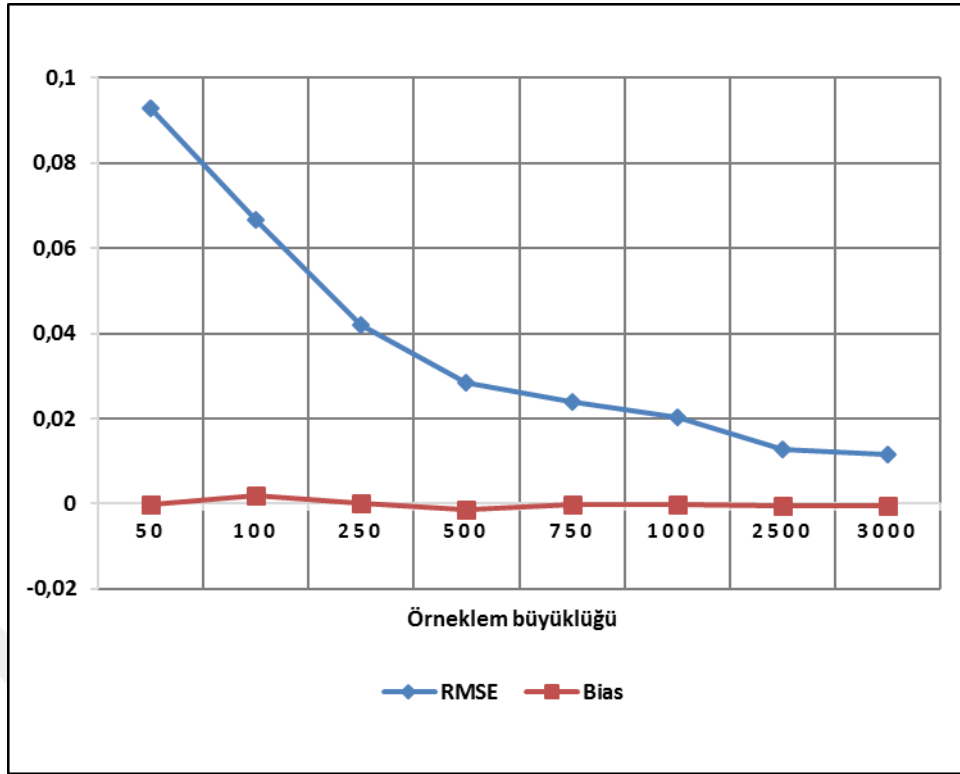
Şekil 4.4. Randomize cevap yöntemine ait $P=0,05$ grafiği



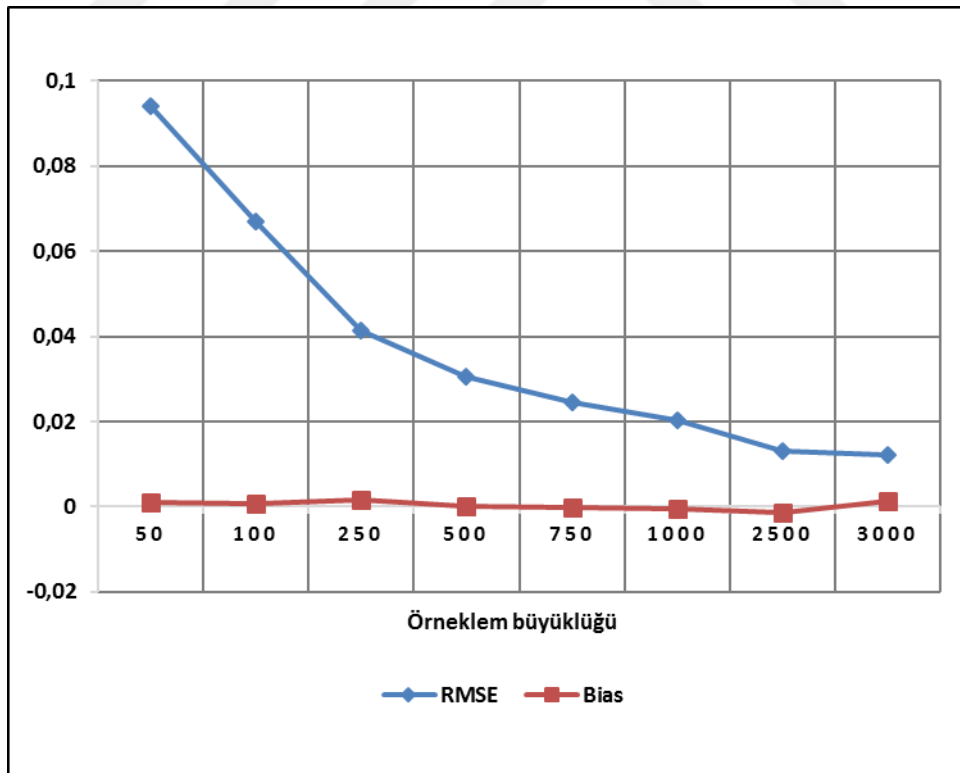
Şekil 4.5. Randomize cevap yöntemine ait $P=0,1$ grafiği



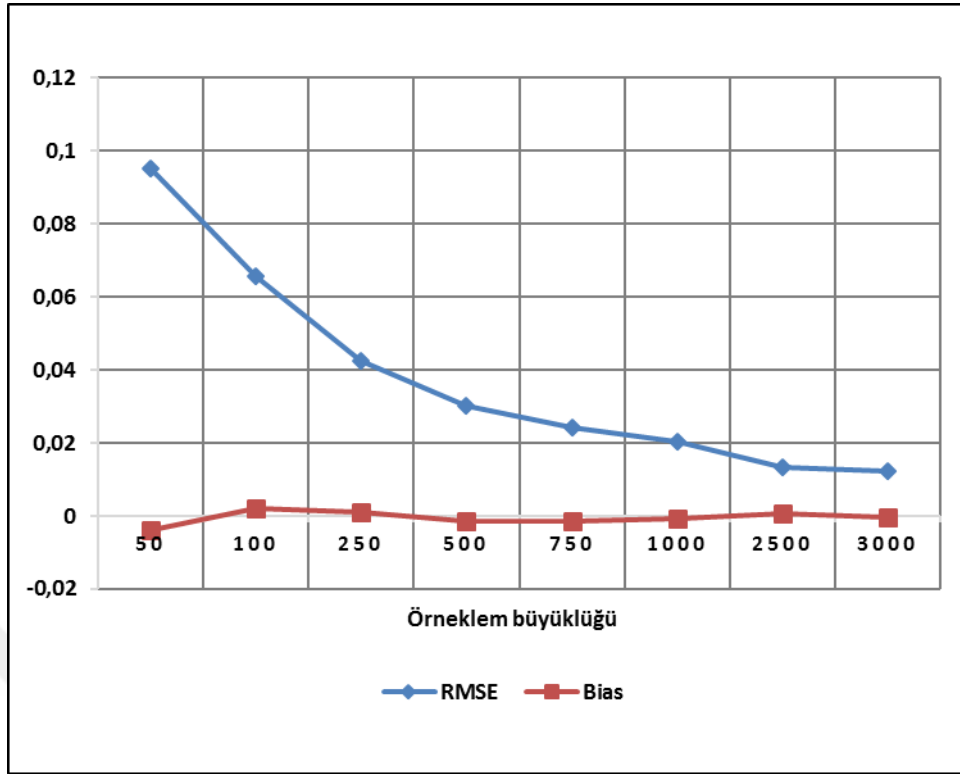
Şekil 4.6. Randomize cevap yöntemine ait $P=0,2$ grafiği



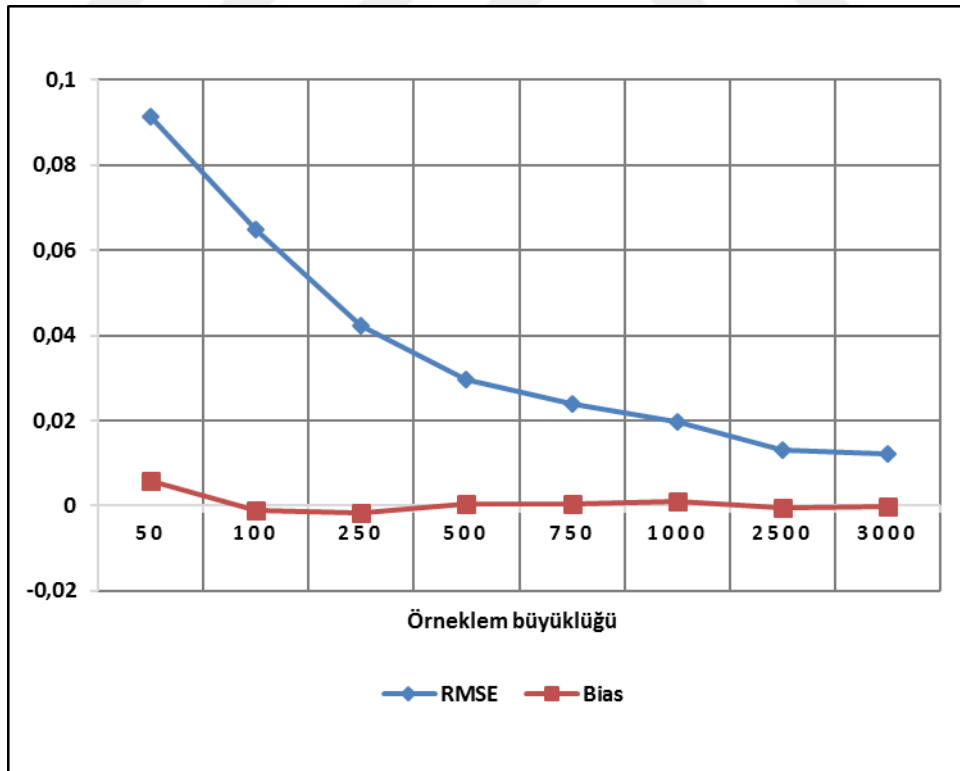
Şekil 4.7. Randomize cevap yöntemine ait $P=0,3$ grafiği



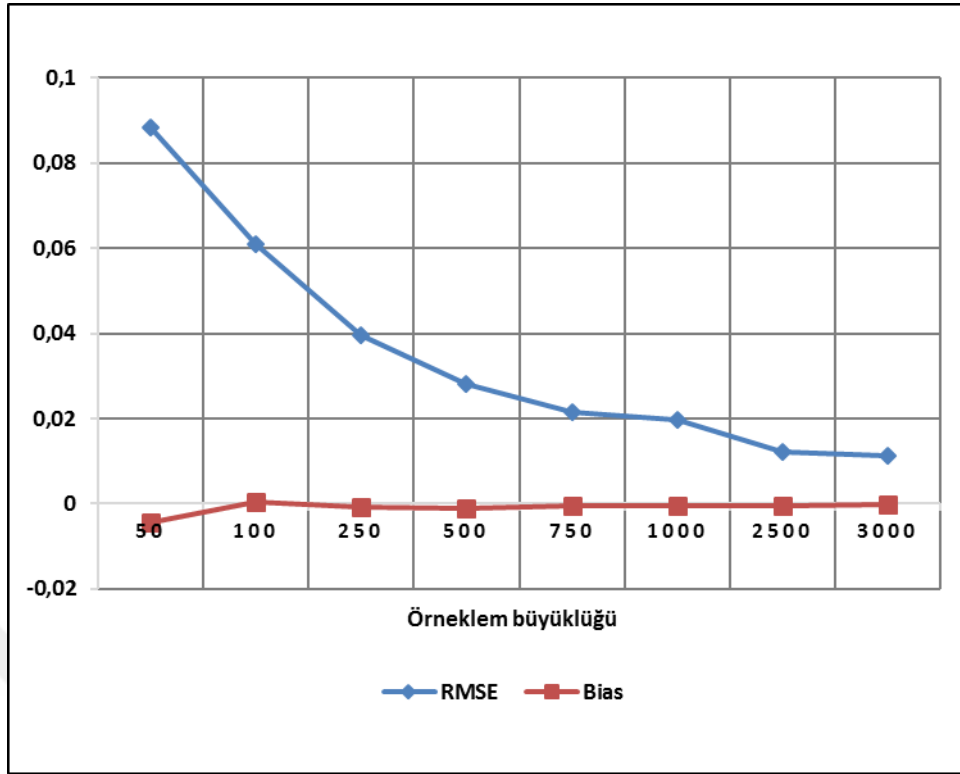
Şekil 4.8. Randomize cevap yöntemine ait $P=0,4$ grafiği



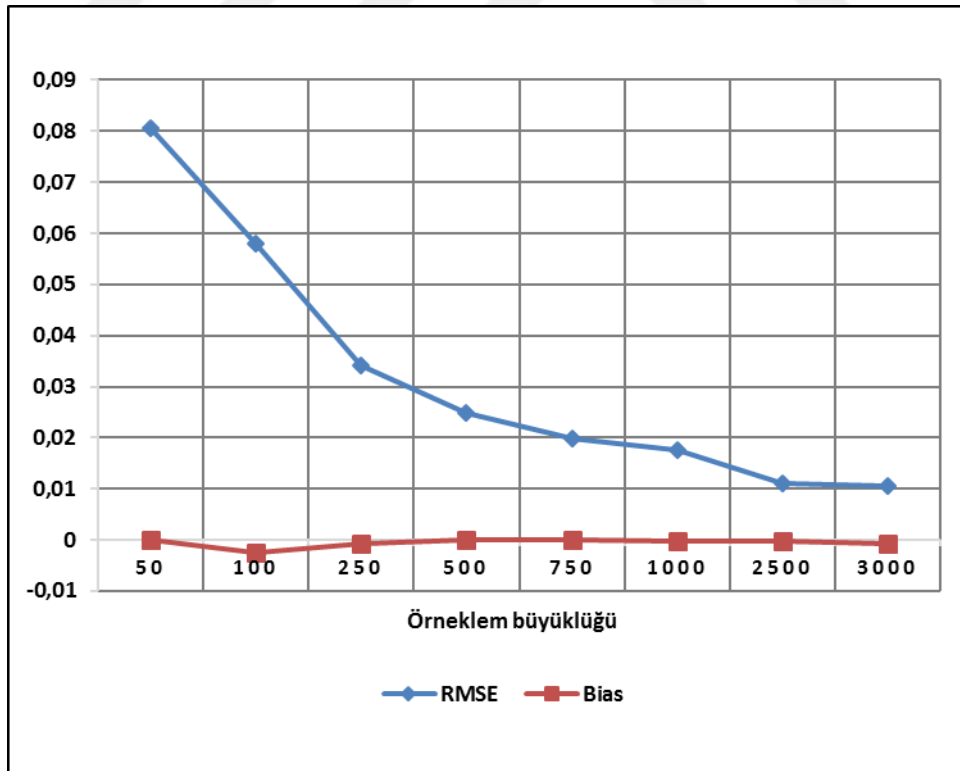
Şekil 4.9. Randomize cevap yöntemine ait $P=0,5$ grafiği



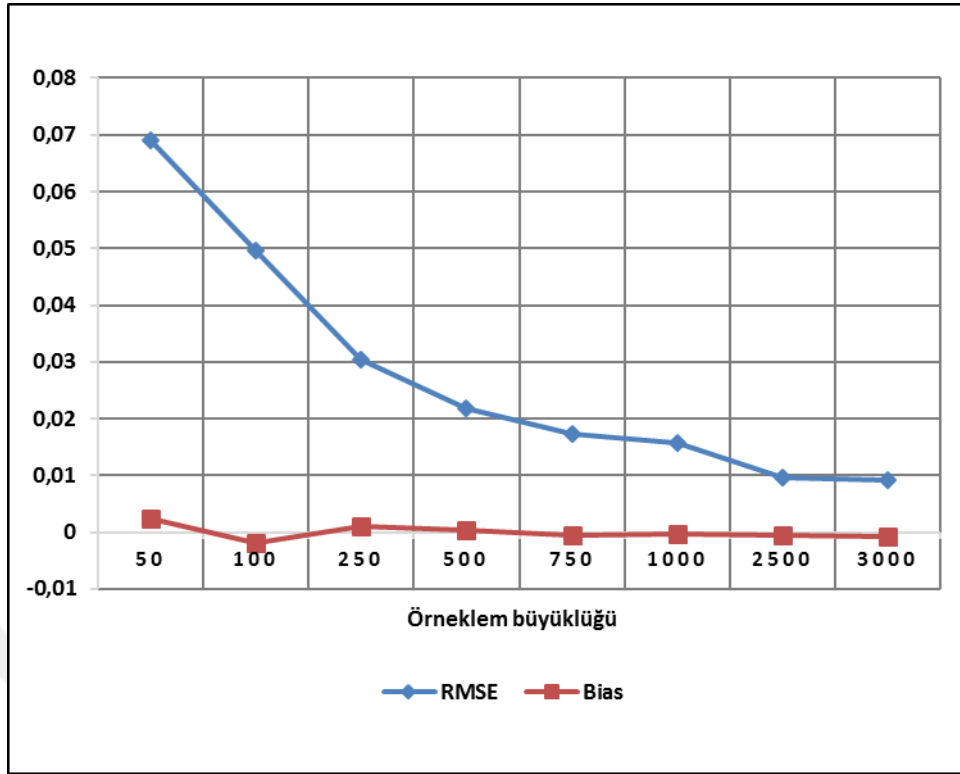
Şekil 4.10. Randomize cevap yöntemine ait $P=0,6$ grafiği



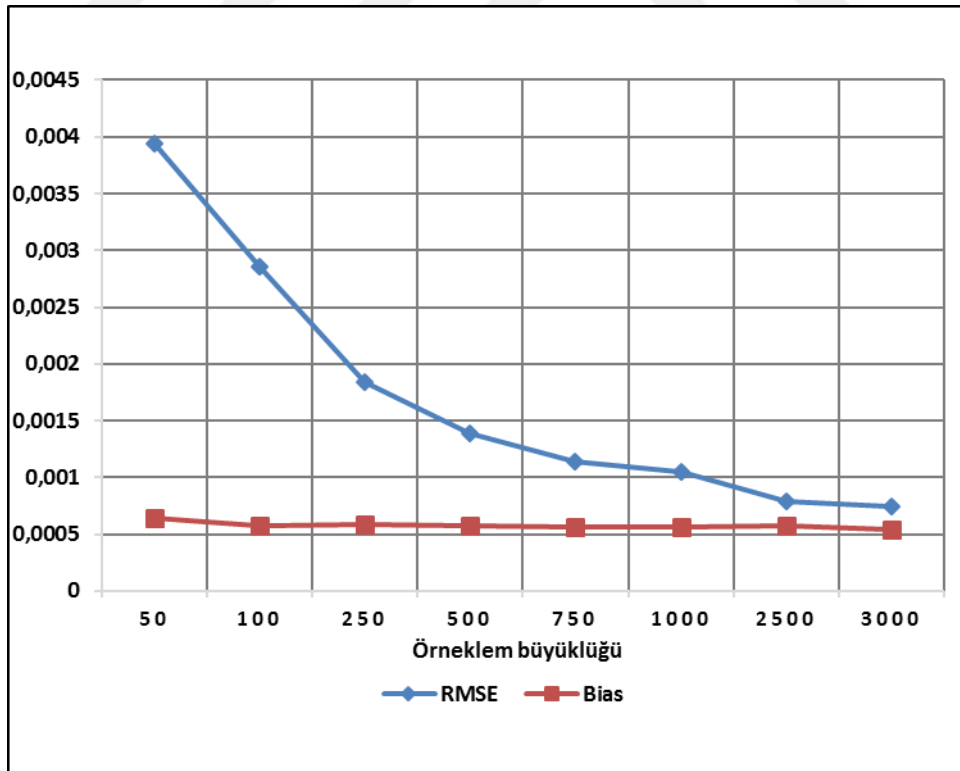
Şekil 4.11. Randomize cevap yöntemine ait $P=0,7$ grafiği



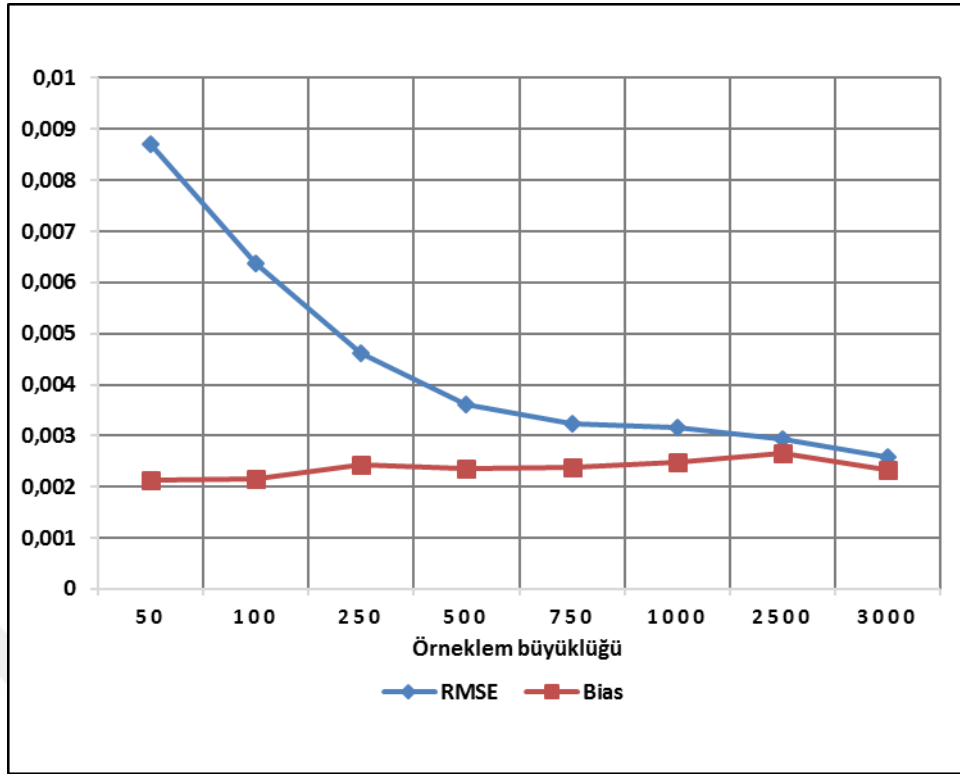
Şekil 4.12. Randomize cevap yöntemine ait $P=0,8$ grafiği



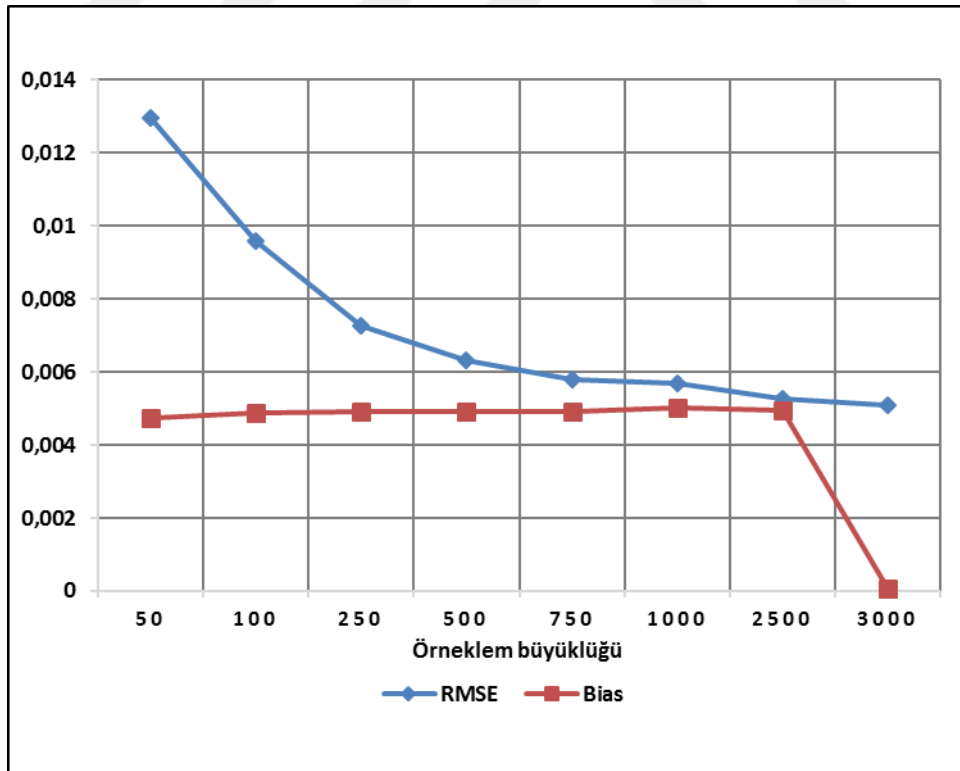
Şekil 4.13. Randomize cevap yöntemine ait $P=0,9$ grafiği



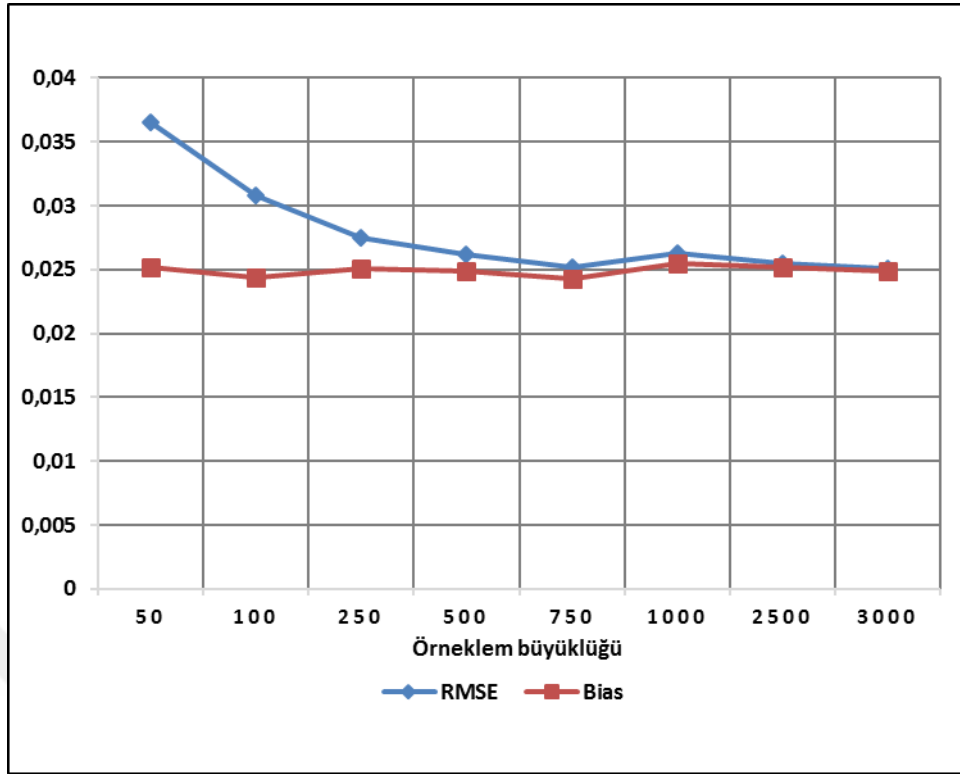
Şekil 4.14. Aday yöntemine ait $P=0,001$ grafiği



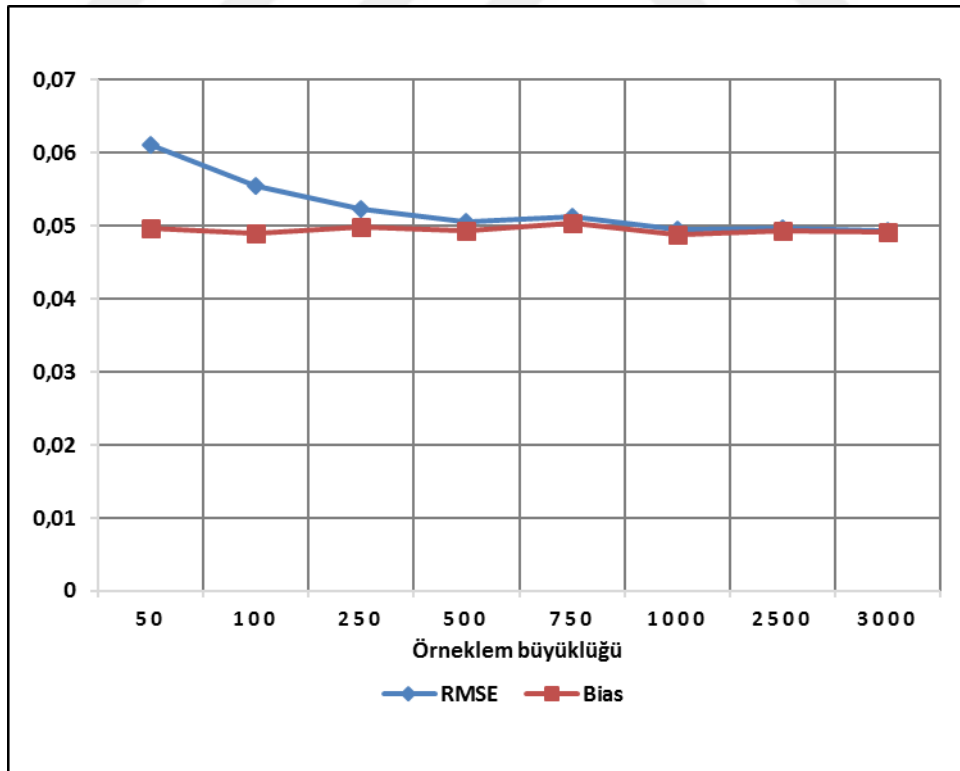
Şekil 4.15. Aday yöntemine ait P=0,005 grafiği



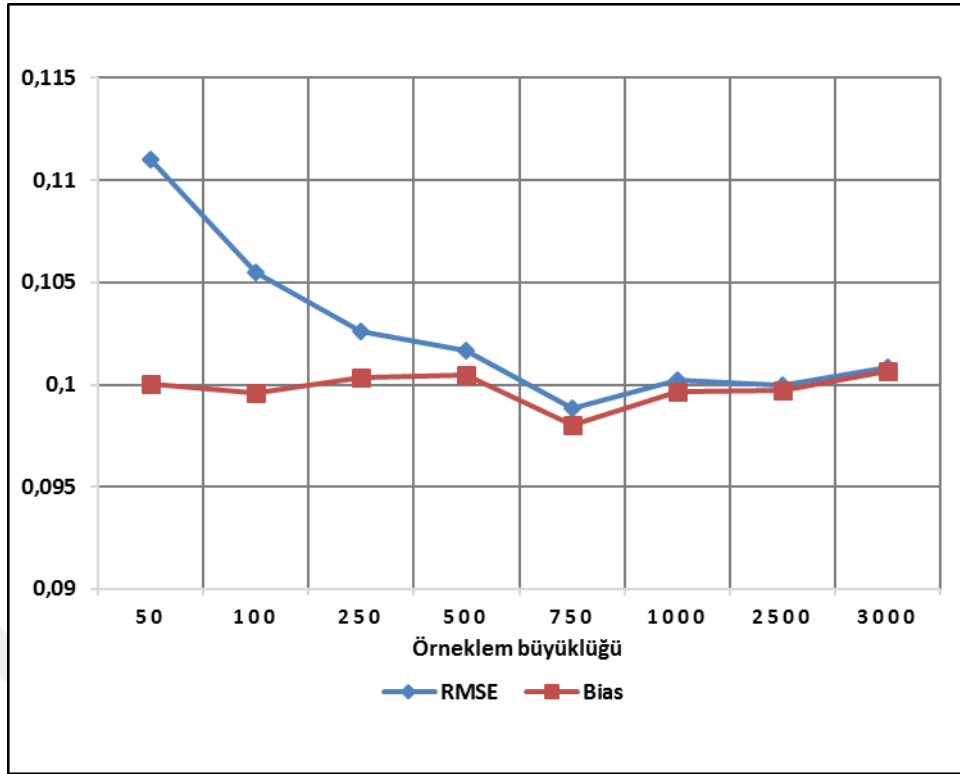
Şekil 4.16. Aday yöntemine ait P=0,01 grafiği



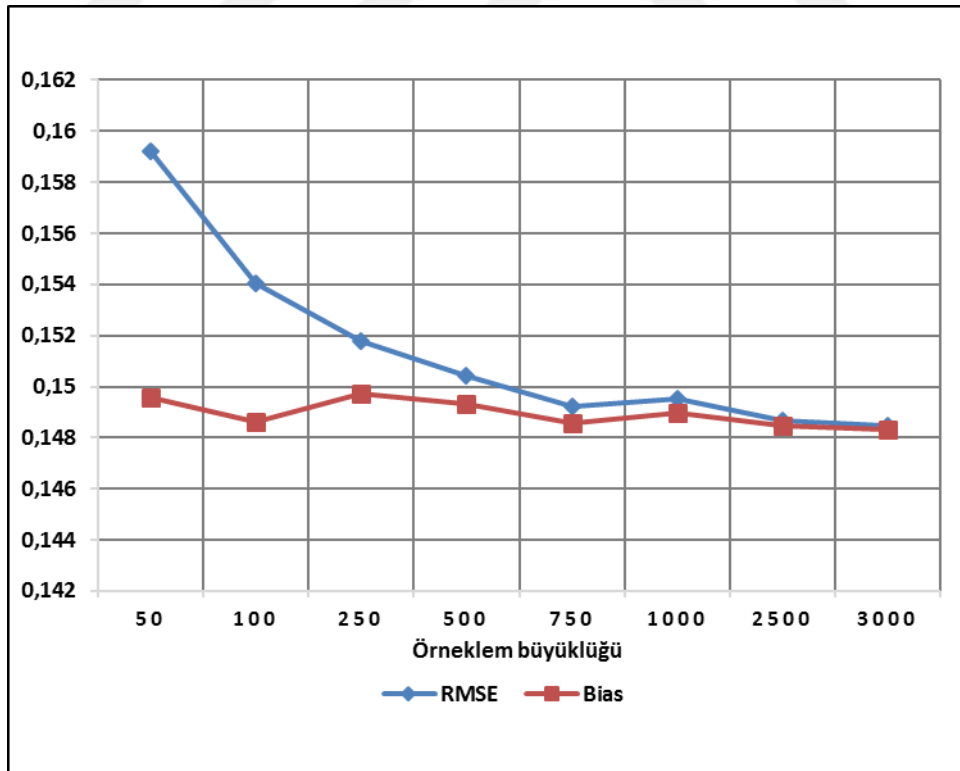
Şekil 4.17. Aday yöntemine ait $P=0,05$ grafiği



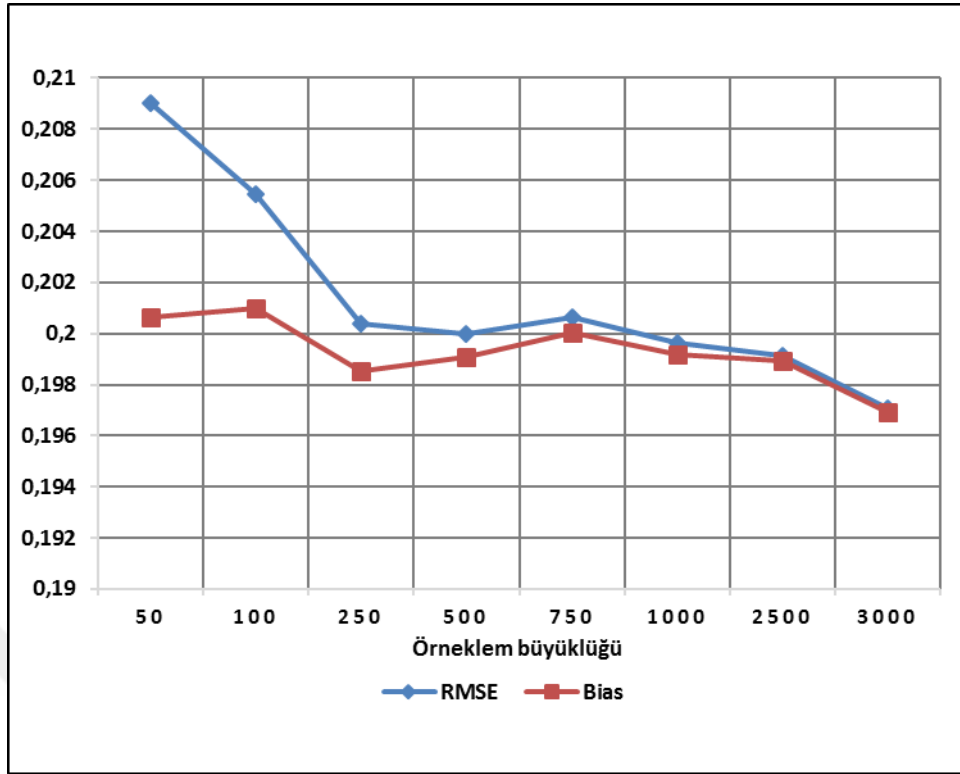
Şekil 4.19. Aday yöntemine ait $P=0,1$ grafiği



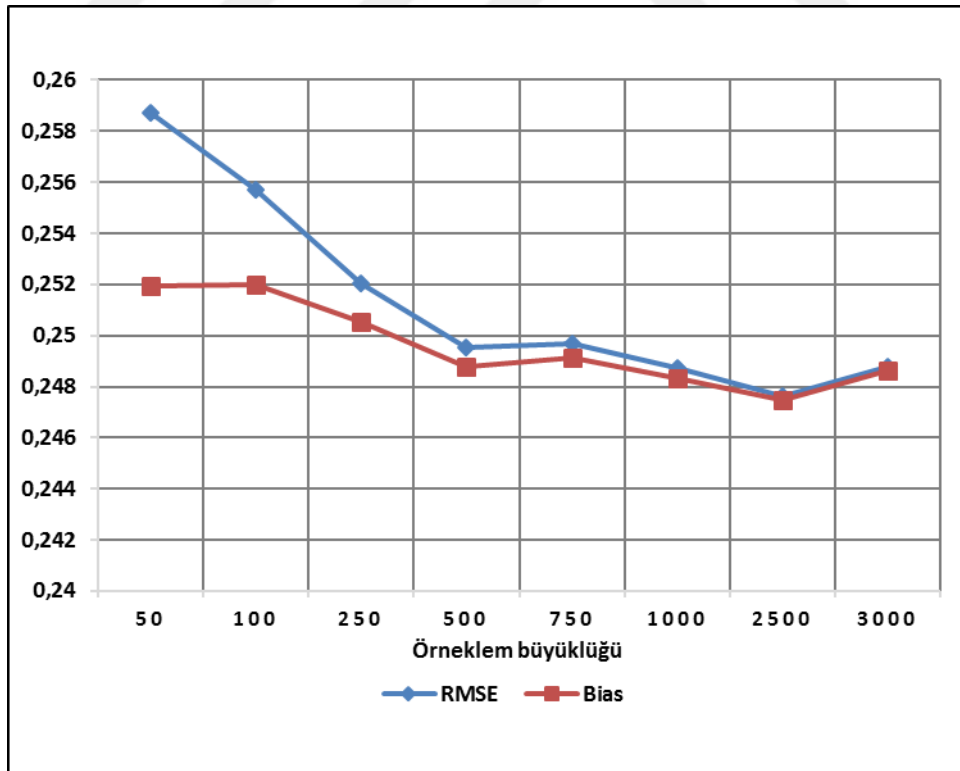
Şekil 4.19. Aday yöntemine ait $P=0,2$ grafiği



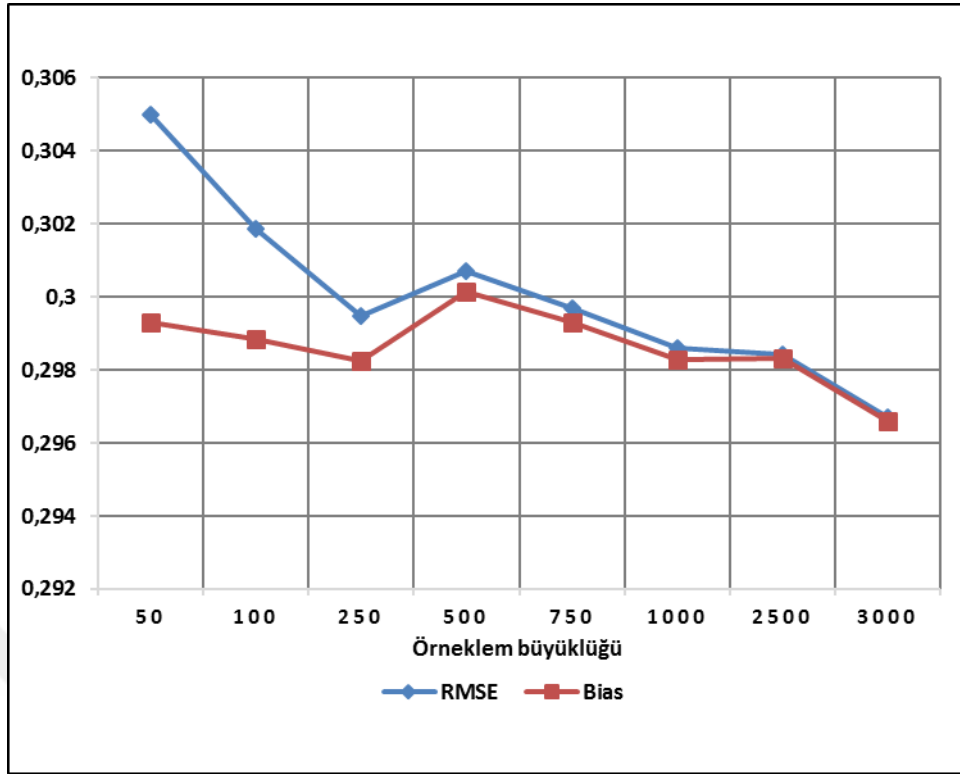
Şekil 4.20. Aday yöntemine ait $P=0,3$ grafiği



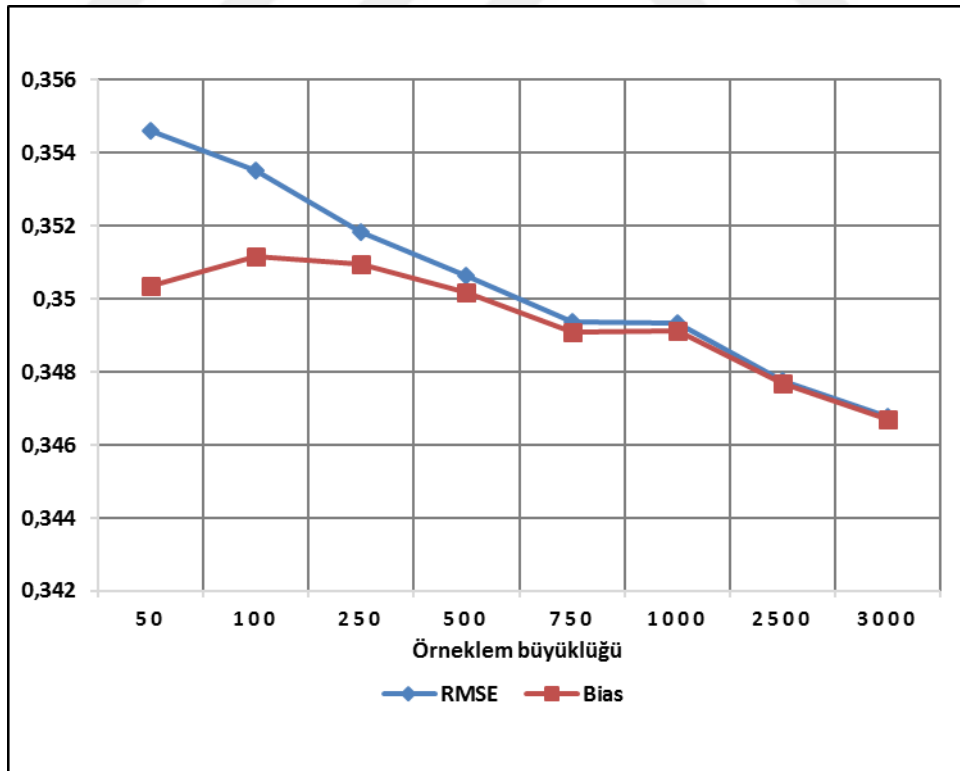
Şekil 4.21. Aday yöntemine ait $P=0,4$ grafiği



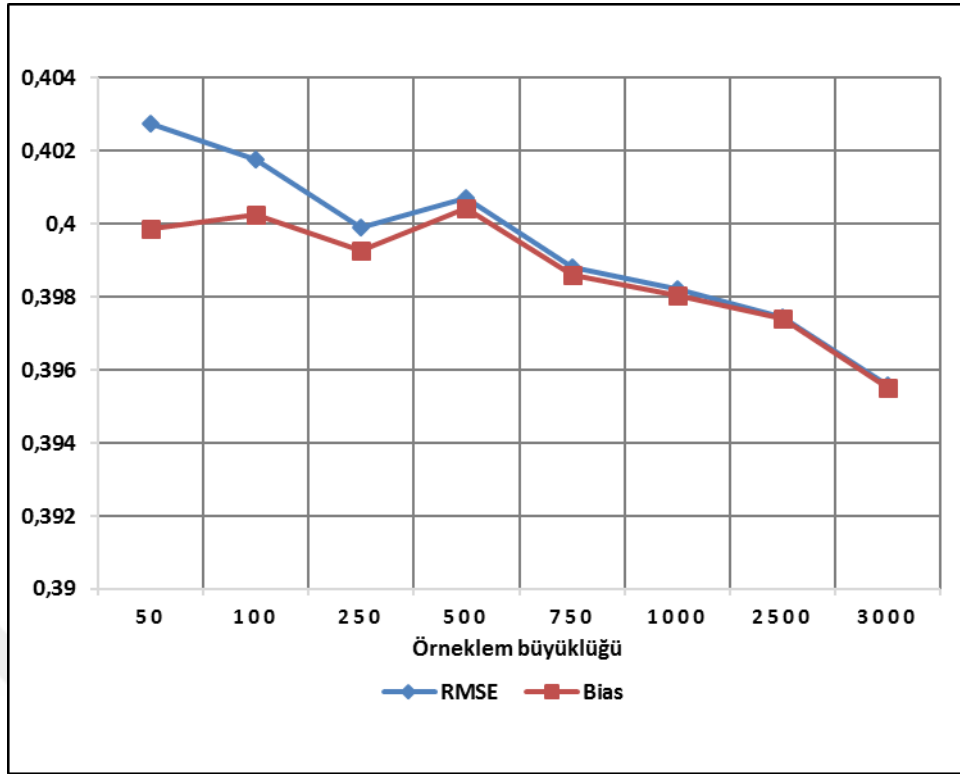
Şekil 4.22. Aday yöntemine ait $P=0,5$ grafiği



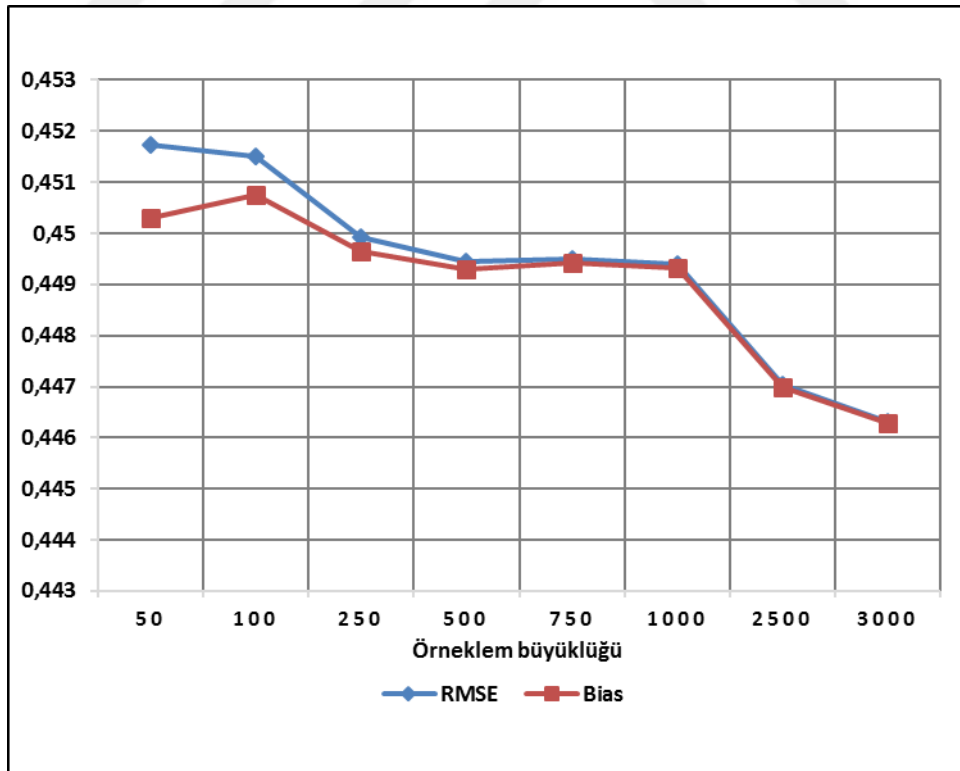
Şekil 4.23. Aday yöntemine ait P=0,6 grafiği



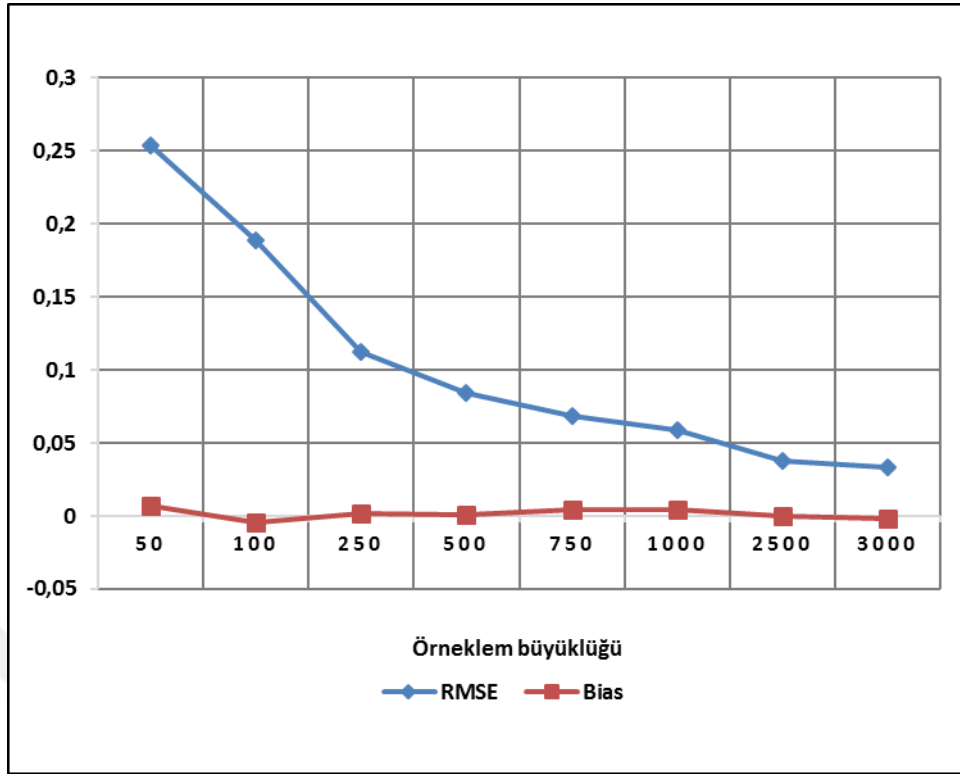
Şekil 4.24. Aday yöntemine ait P=0,7 grafiği



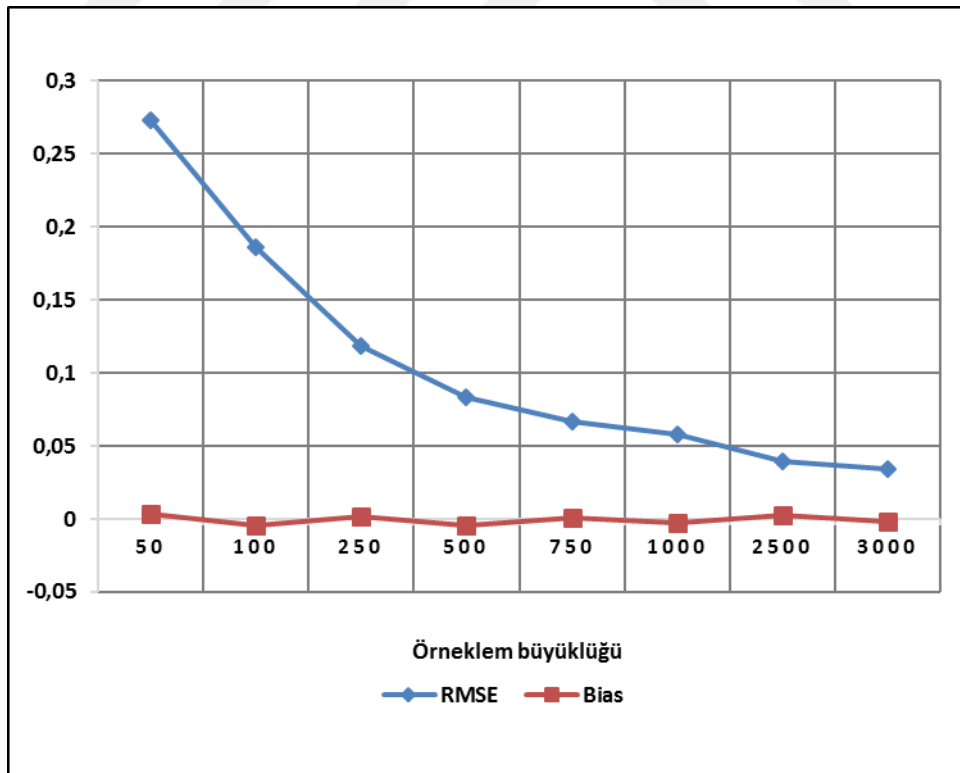
Şekil 4.25. Aday yöntemine ait P=0,8 grafiği



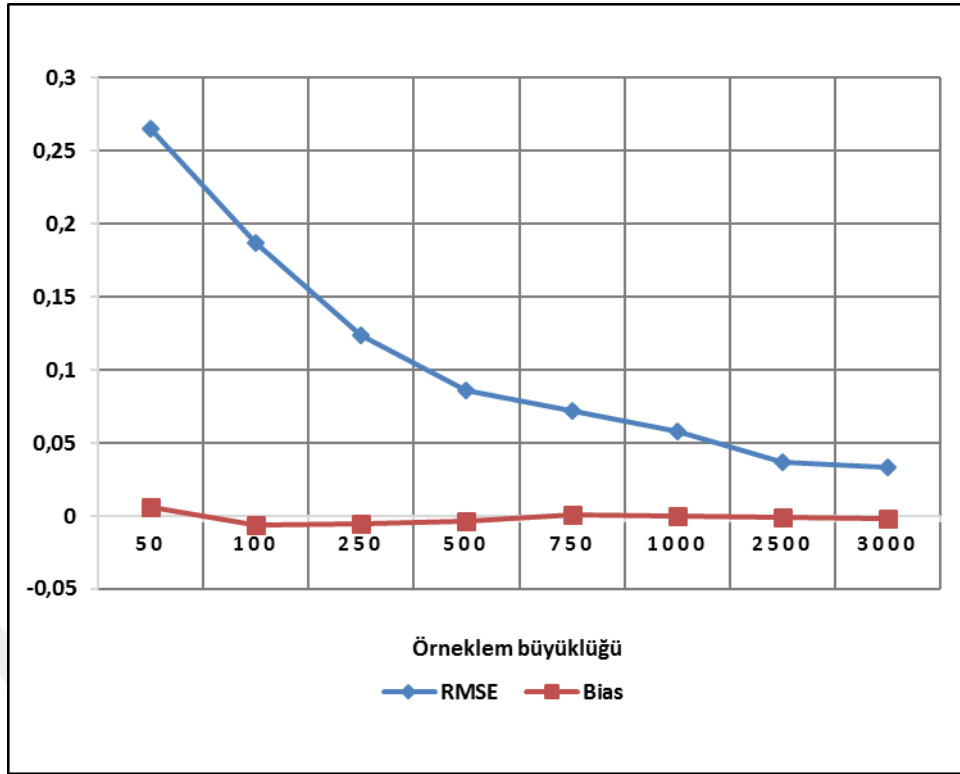
Şekil 4.26. Aday yöntemine ait P=0,9 grafiği



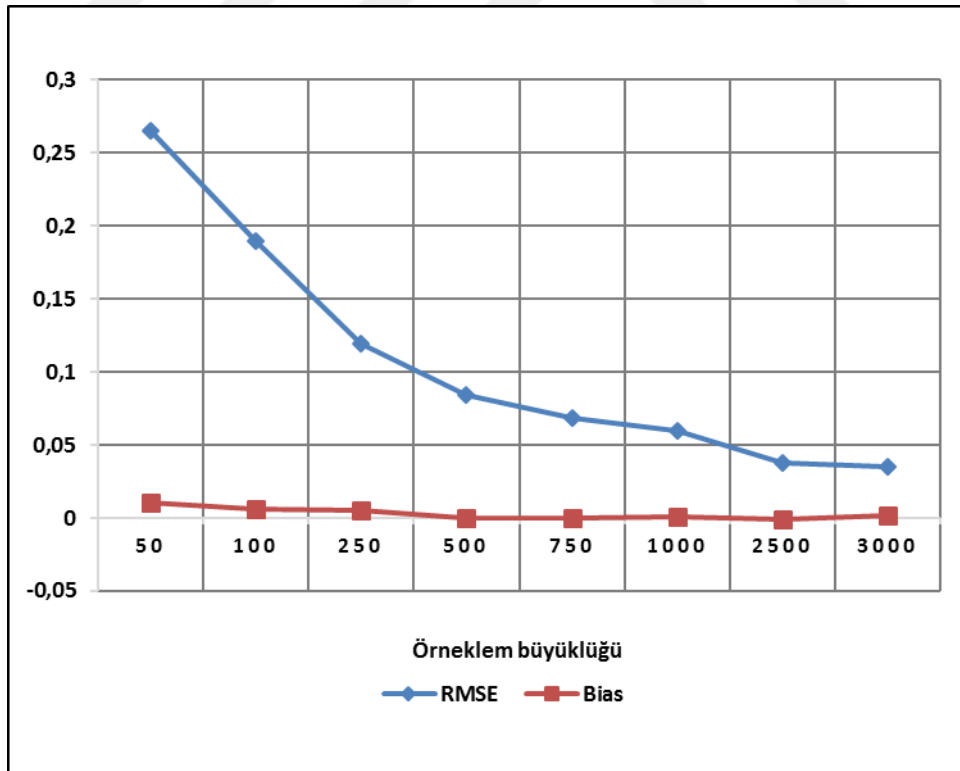
Şekil 4.27. Eşsiz-Sayım yöntemine ait $P=0,001$ grafiği



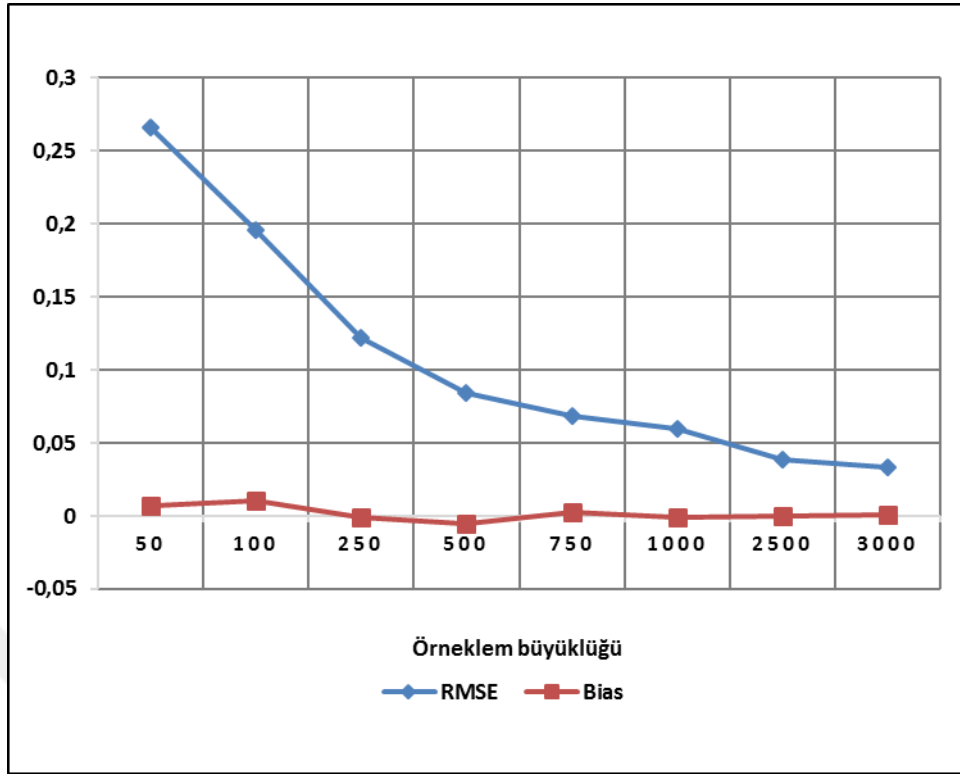
Şekil 4.28. Eşsiz-Sayım yöntemine ait $P=0,005$ grafiği



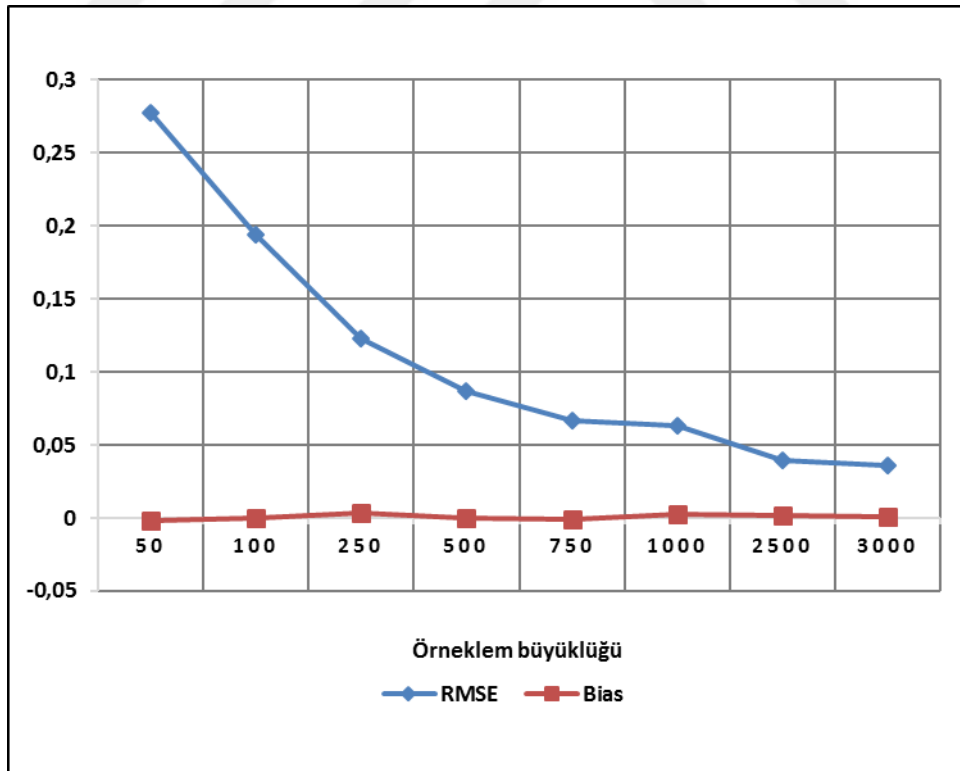
Şekil 4.29. Eşsiz-Sayım yöntemine ait $P=0,01$ grafiği



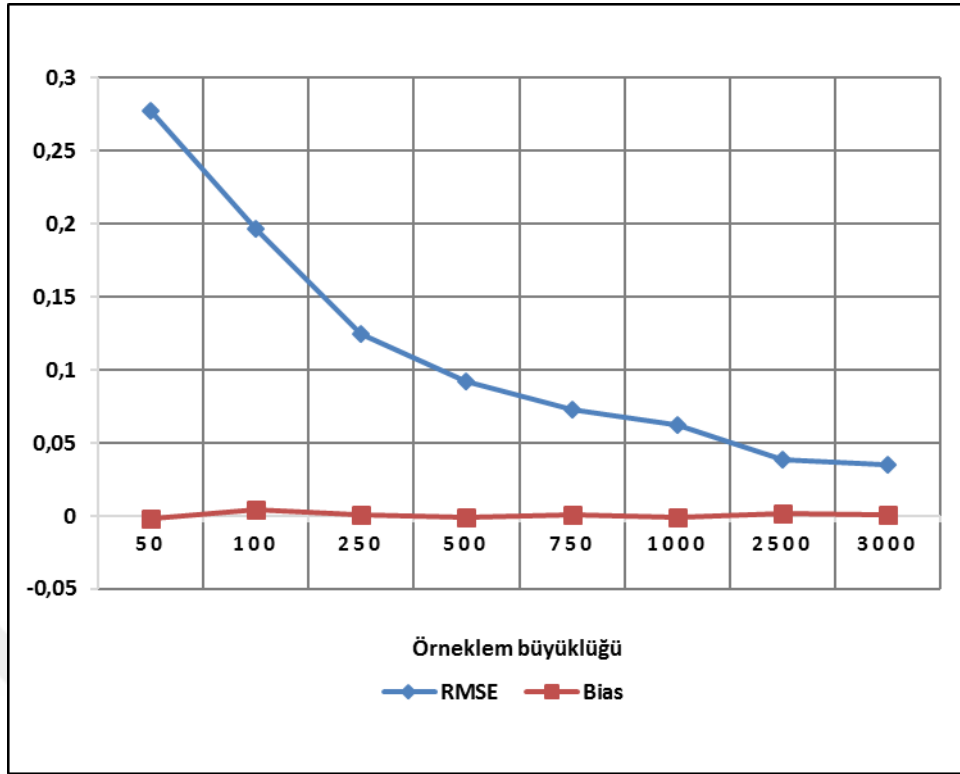
Şekil 4.30. Eşsiz-Sayım yöntemine ait $P=0,05$ grafiği



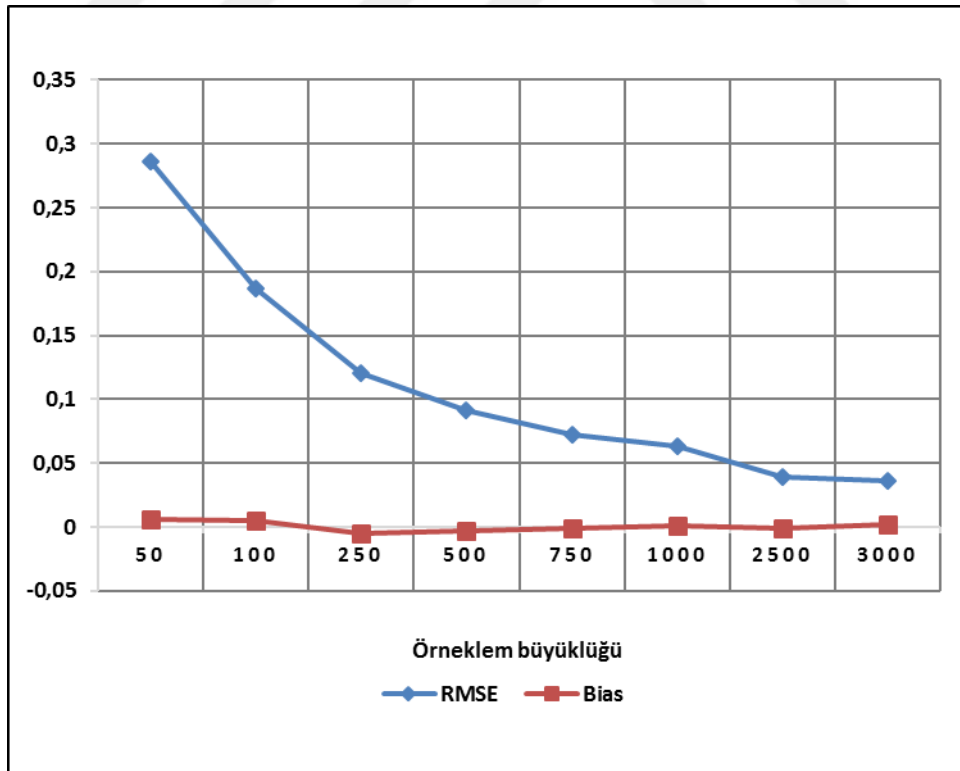
Şekil 4.31. Eşsiz-Sayım yöntemine ait $P=0,1$ grafiği



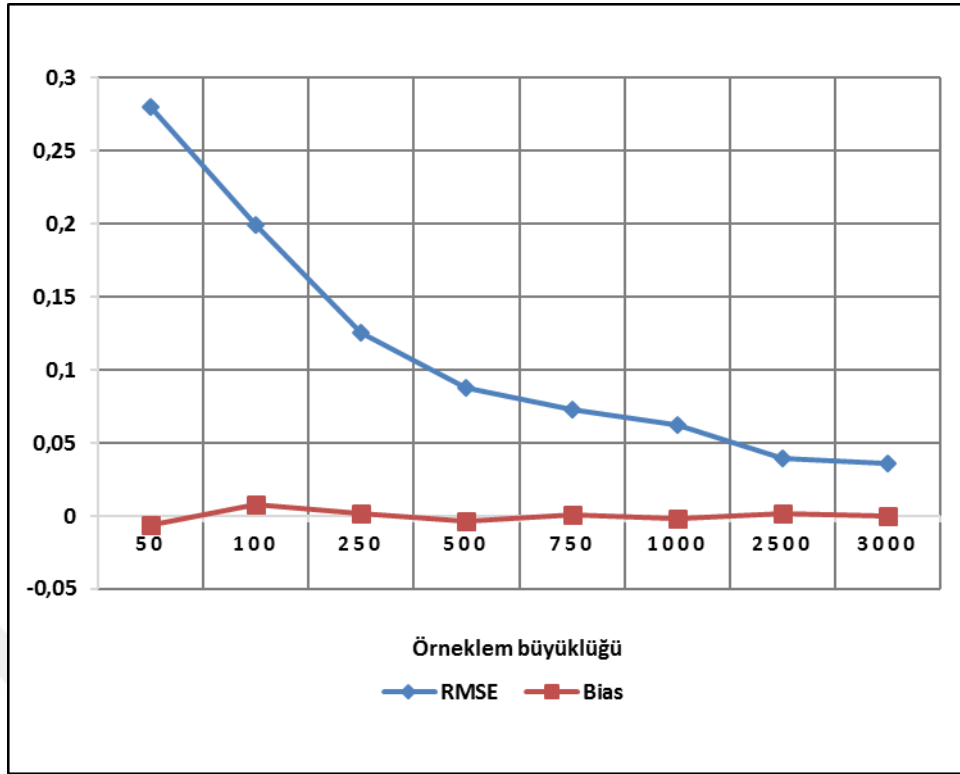
Şekil 4.32. Eşsiz-Sayım yöntemine ait $P=0,2$ grafiği



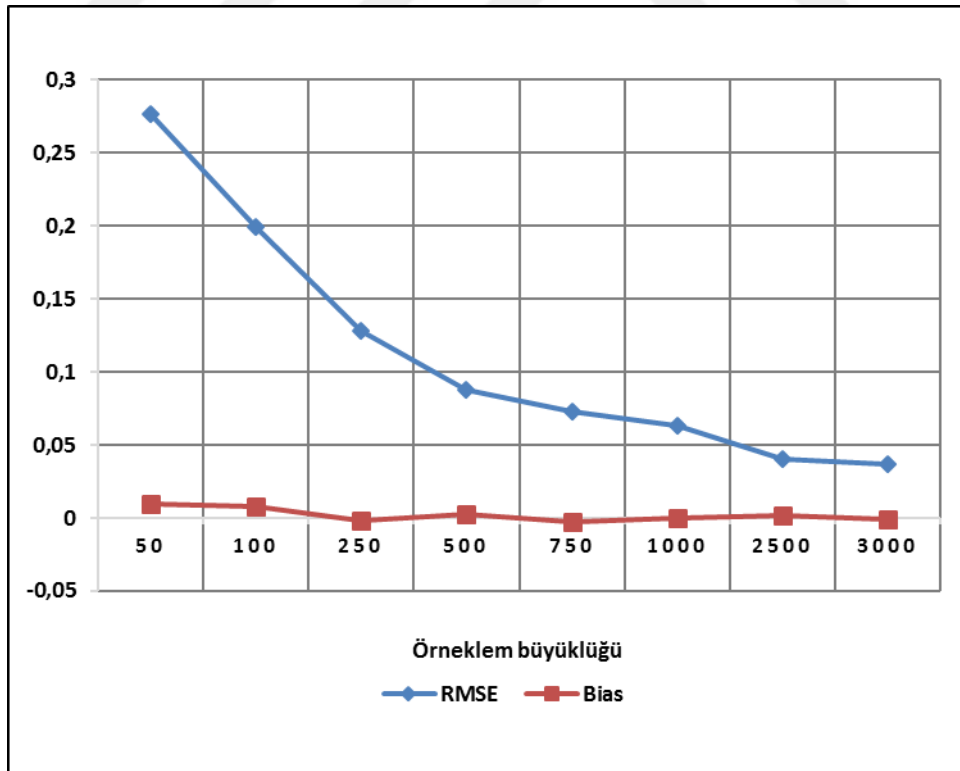
Şekil 4.33. Eşsiz-Sayım yöntemine ait $P=0,3$ grafiği



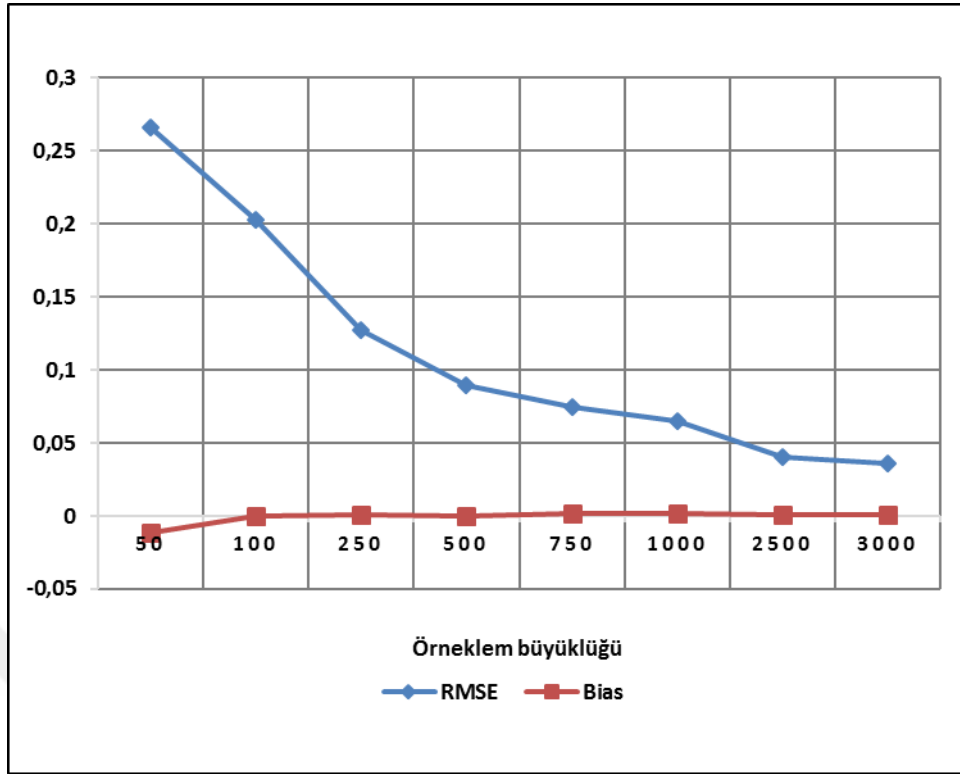
Şekil 4.34. Eşsiz-Sayım yöntemine ait $P=0,4$ grafiği



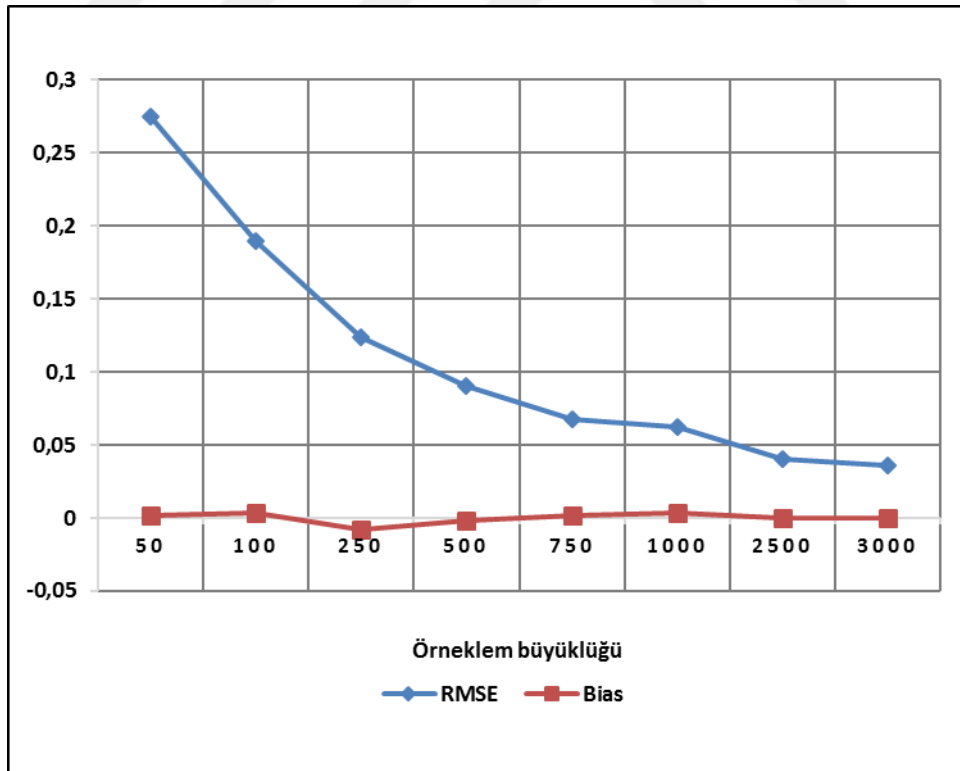
Şekil 4.35. Eşsiz-Sayım yöntemine ait $P=0,5$ grafiği



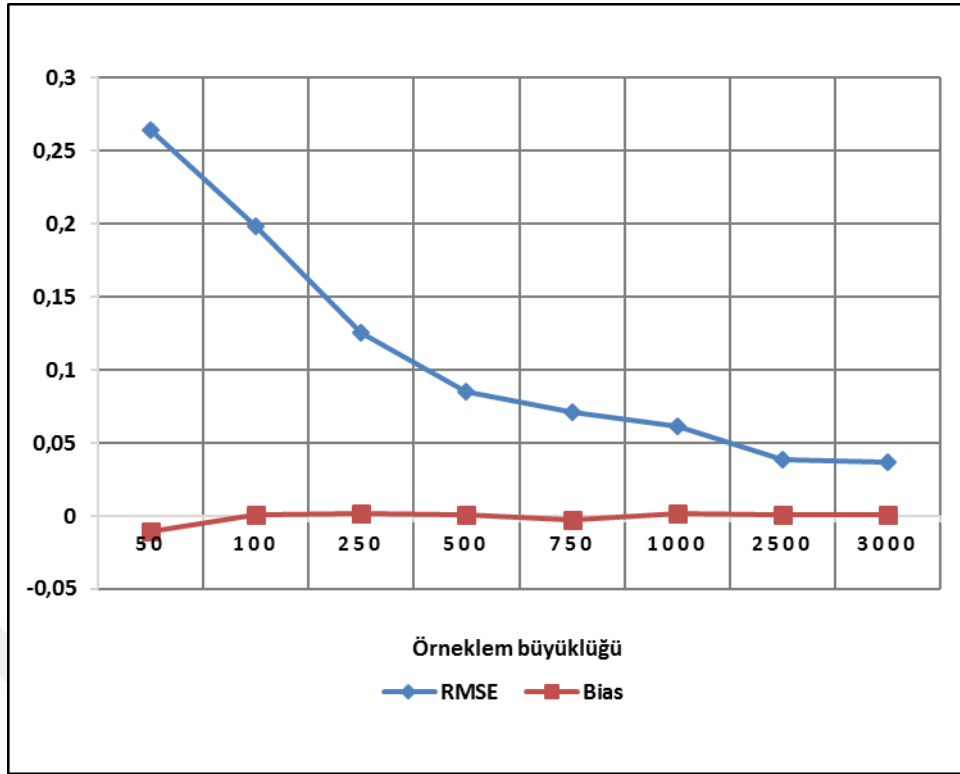
Şekil 4.36. Eşsiz-Sayım yöntemine ait $P=0,6$ grafiği



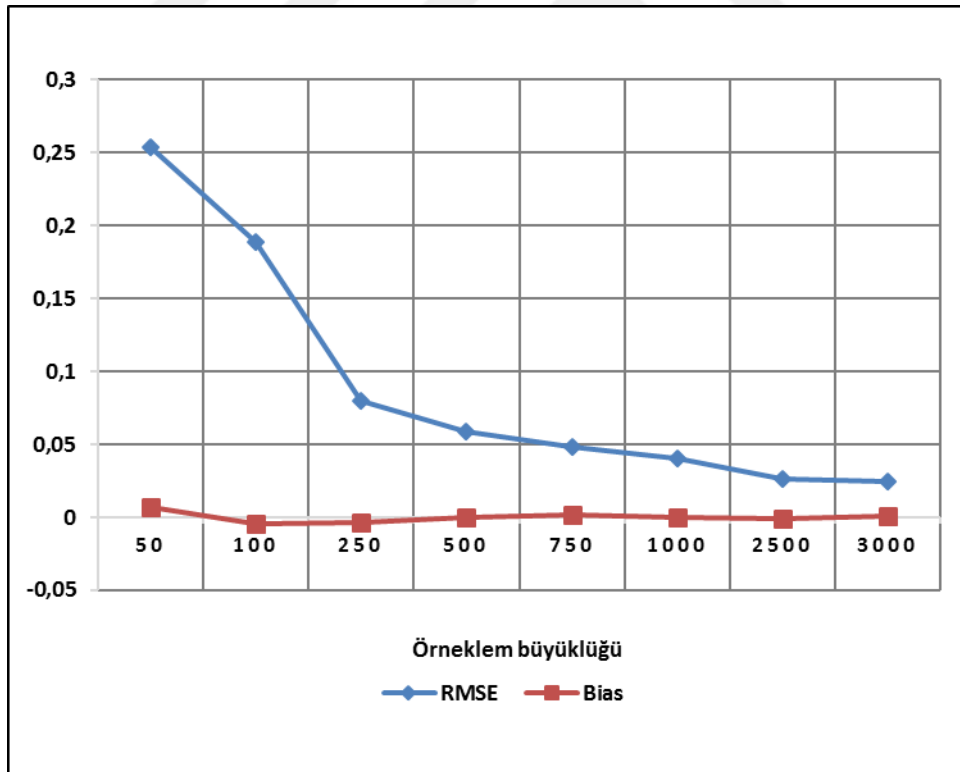
Şekil 4.37. Eşsiz-Sayım yöntemine ait $P=0,7$ grafiği



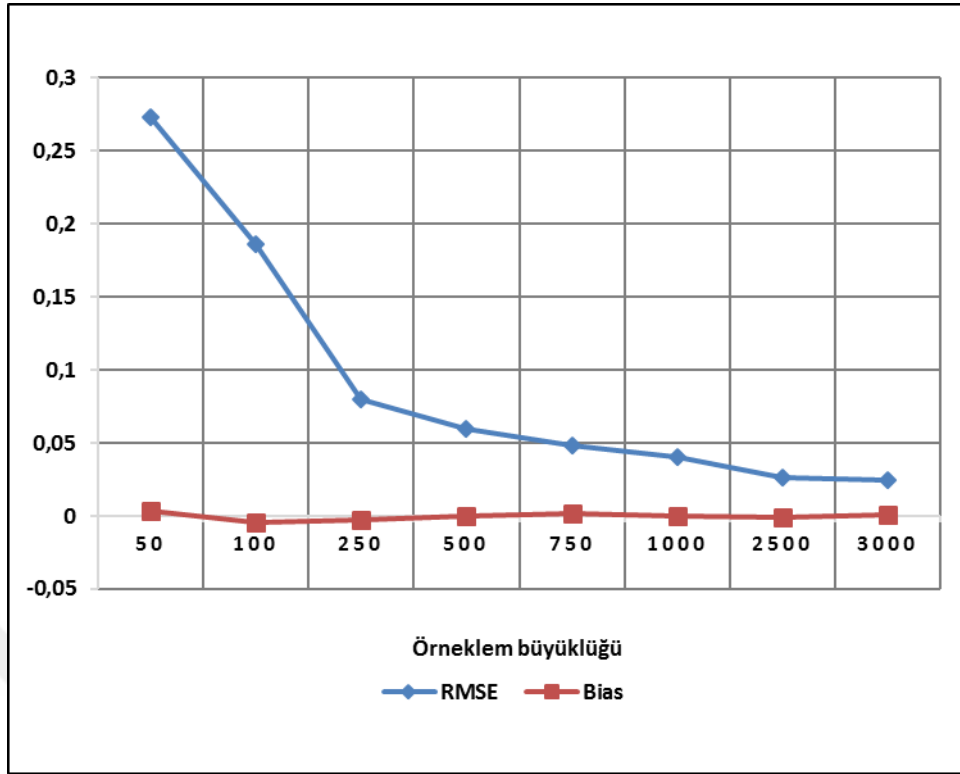
Şekil 4.38. Eşsiz-Sayım yöntemine ait $P=0,8$ grafiği



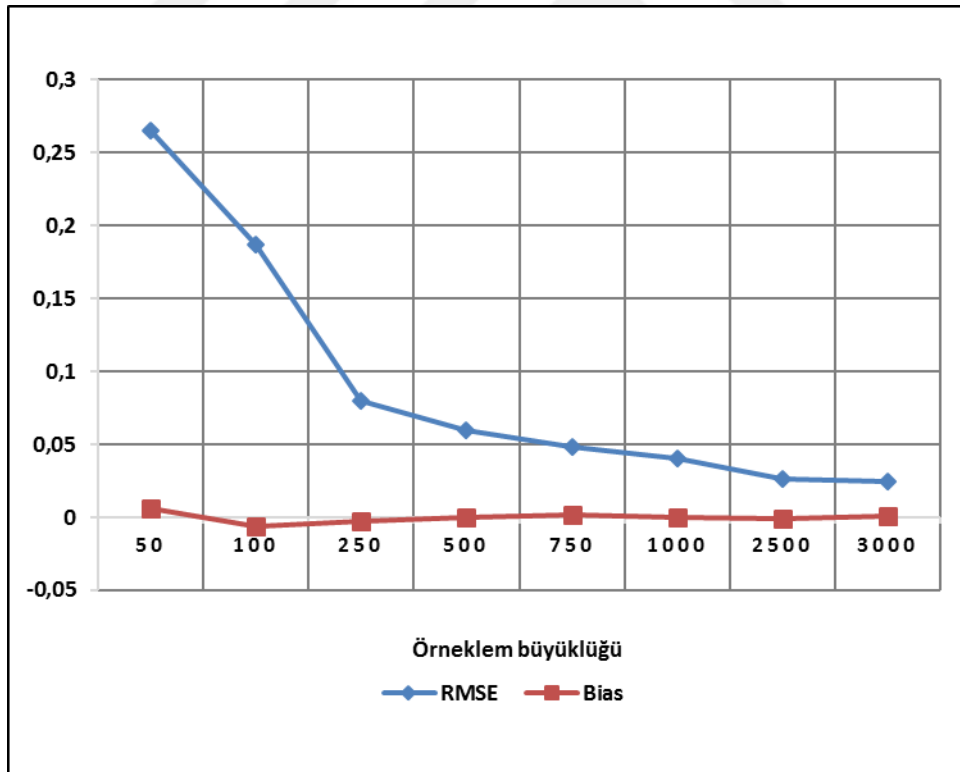
Şekil 4.39. Eşsiz-Sayım yöntemine ait $P=0,9$ grafiği



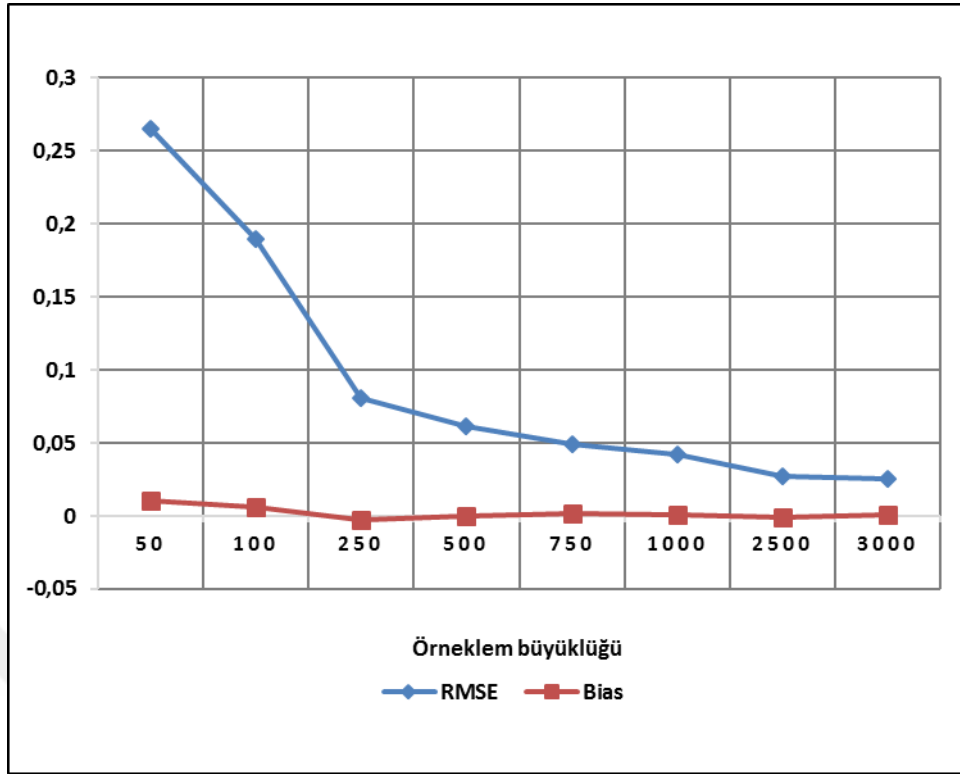
Şekil 4.40. Gruplandırılmış cevap yöntemine ait $P=0,001$ grafiği



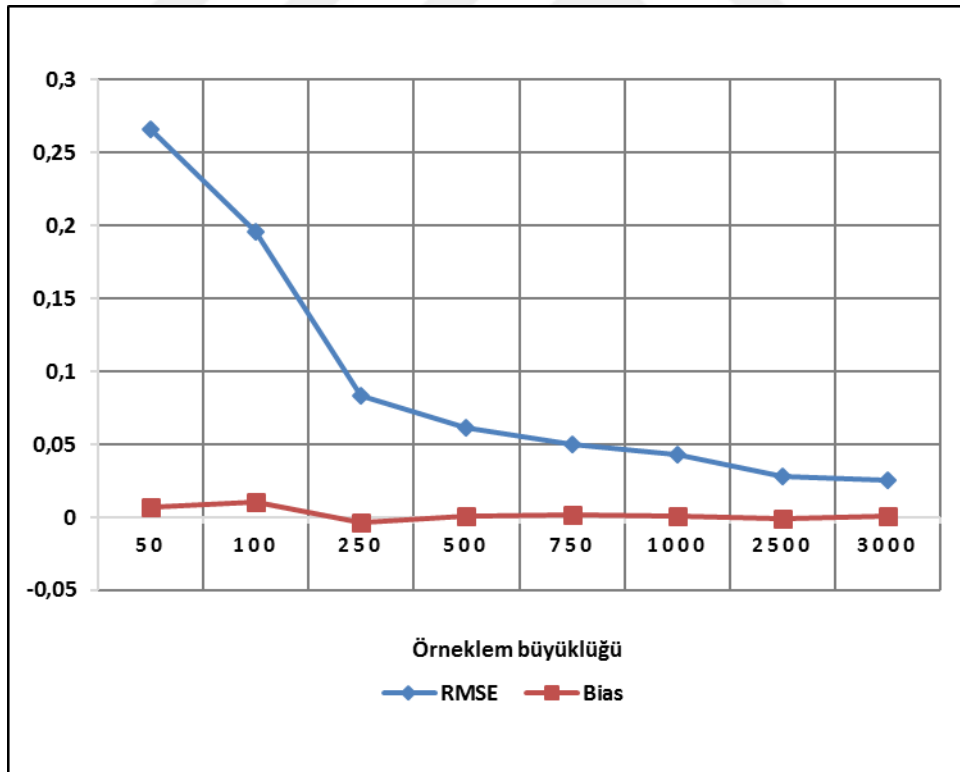
Şekil 4.41. Gruplandırılmış cevap yöntemine ait $P=0,005$ grafiği



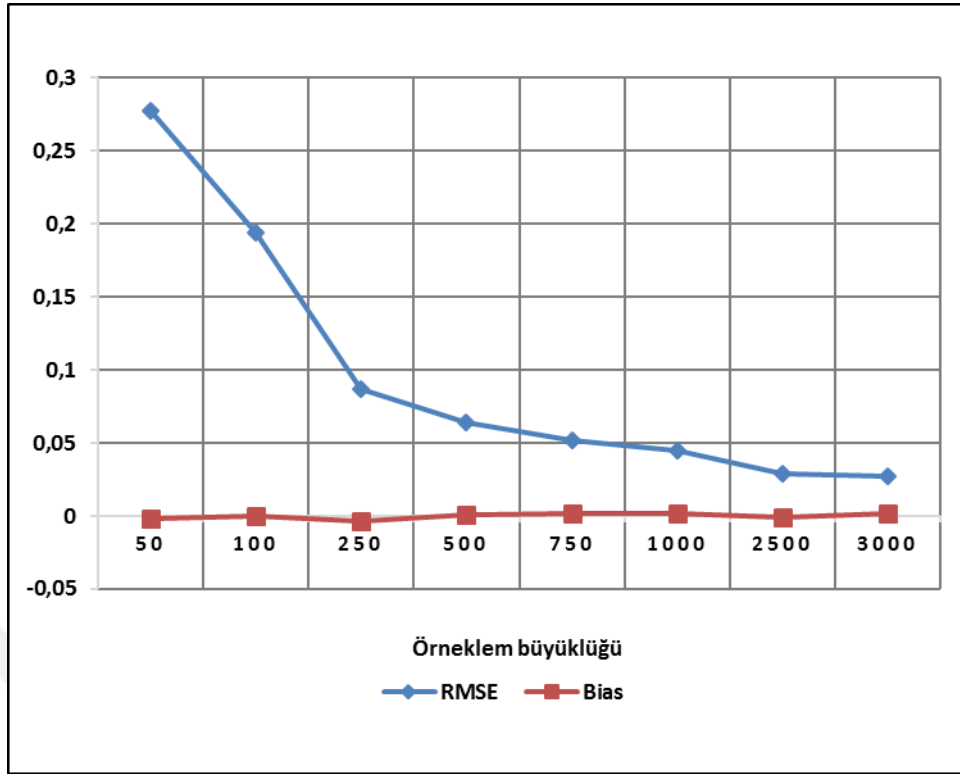
Şekil 4.42. Gruplandırılmış cevap yöntemine ait $P=0,01$ grafiği



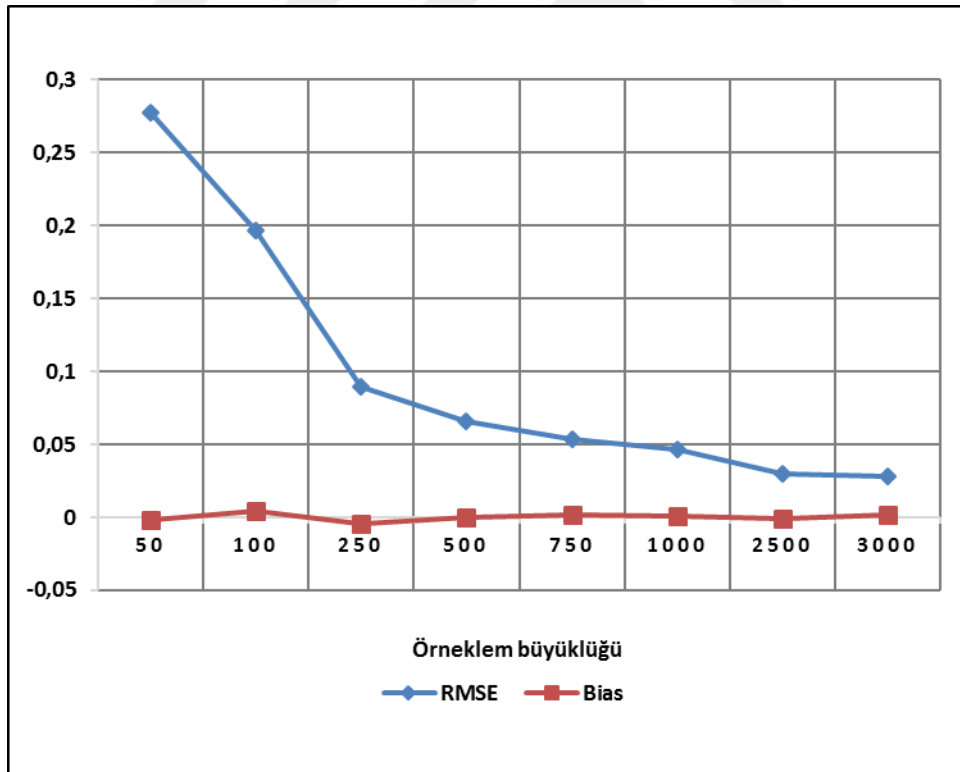
Şekil 4.43. Gruplandırılmış cevap yöntemine ait $P=0,05$ grafiği



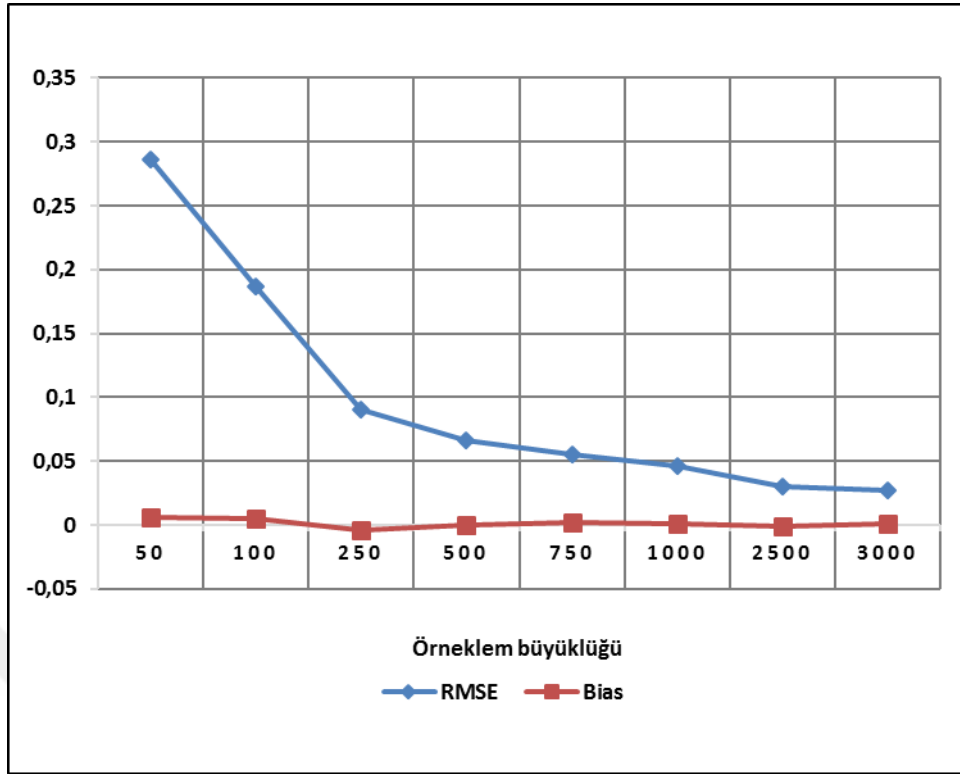
Şekil 4.44. Gruplandırılmış cevap yöntemine ait $P=0,1$ grafiği



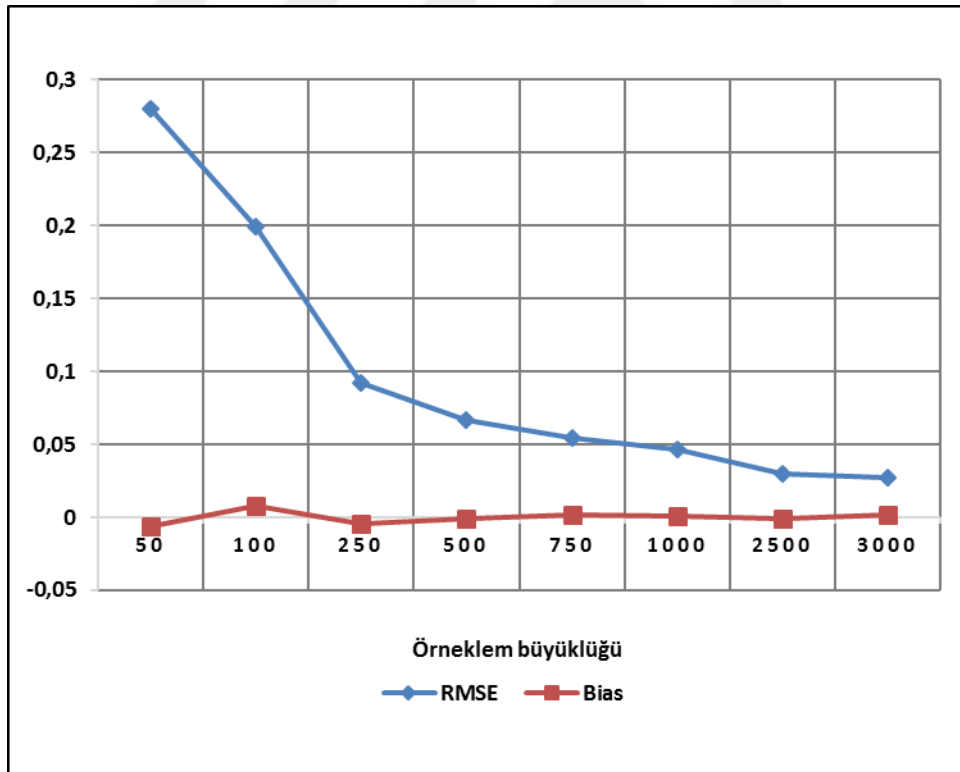
Şekil 4.45. Gruplandırılmış cevap yöntemine ait $P=0.2$ grafiği



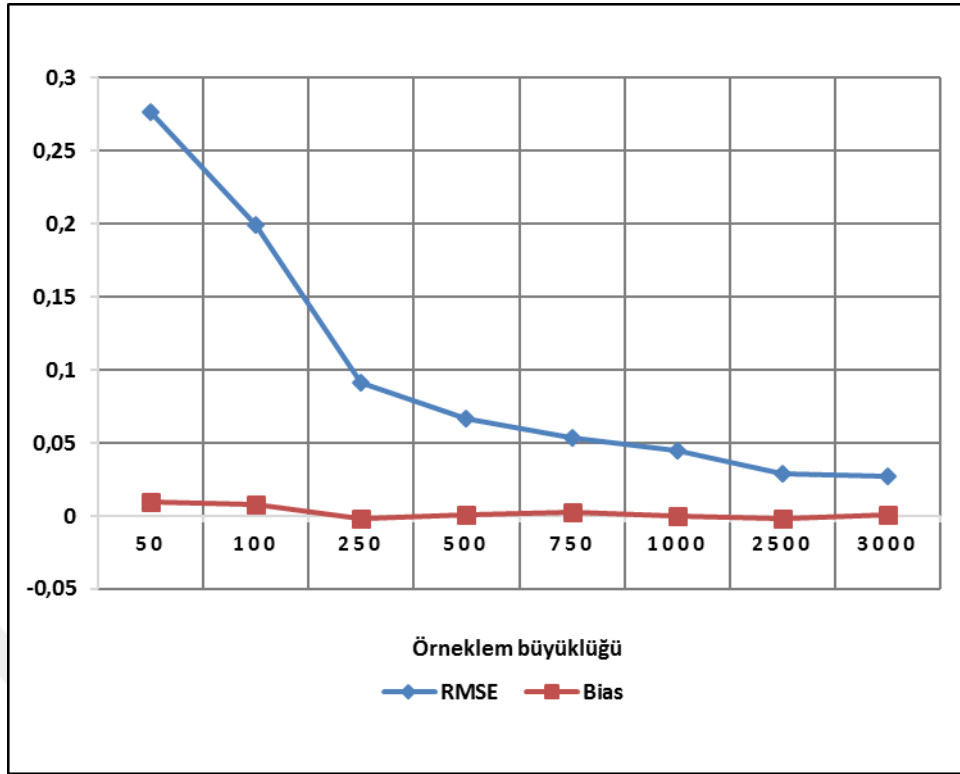
Şekil 4.46. Gruplandırılmış cevap yöntemine ait $P=0.3$ grafiği



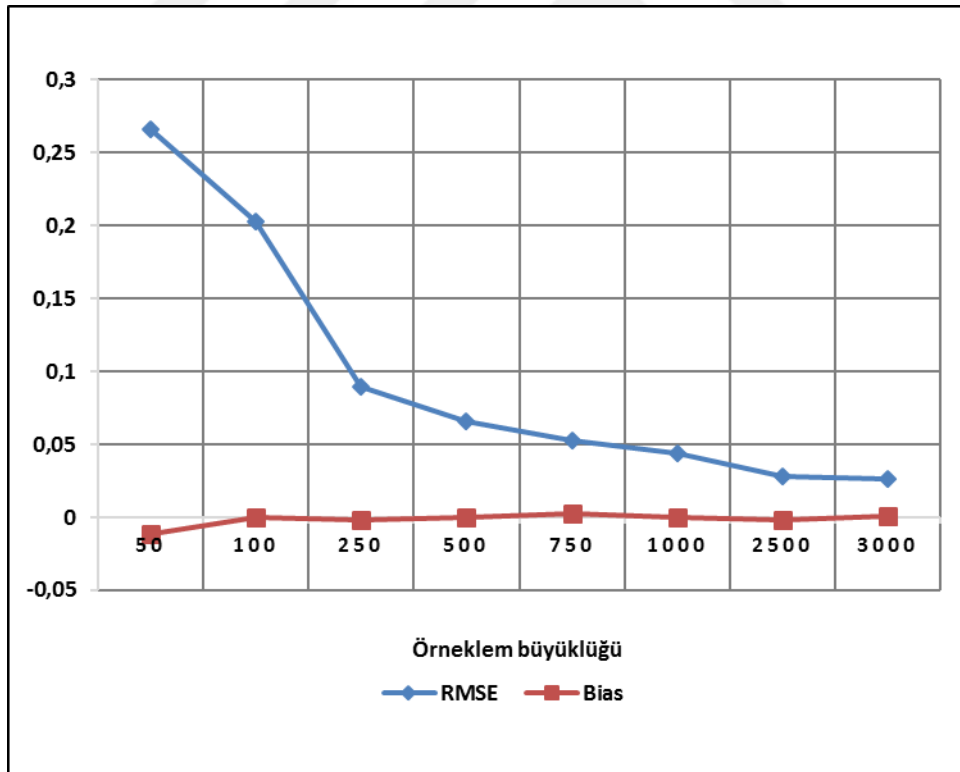
Şekil 4.47. Gruplandırılmış cevap yöntemine ait $P=0,4$ grafiği



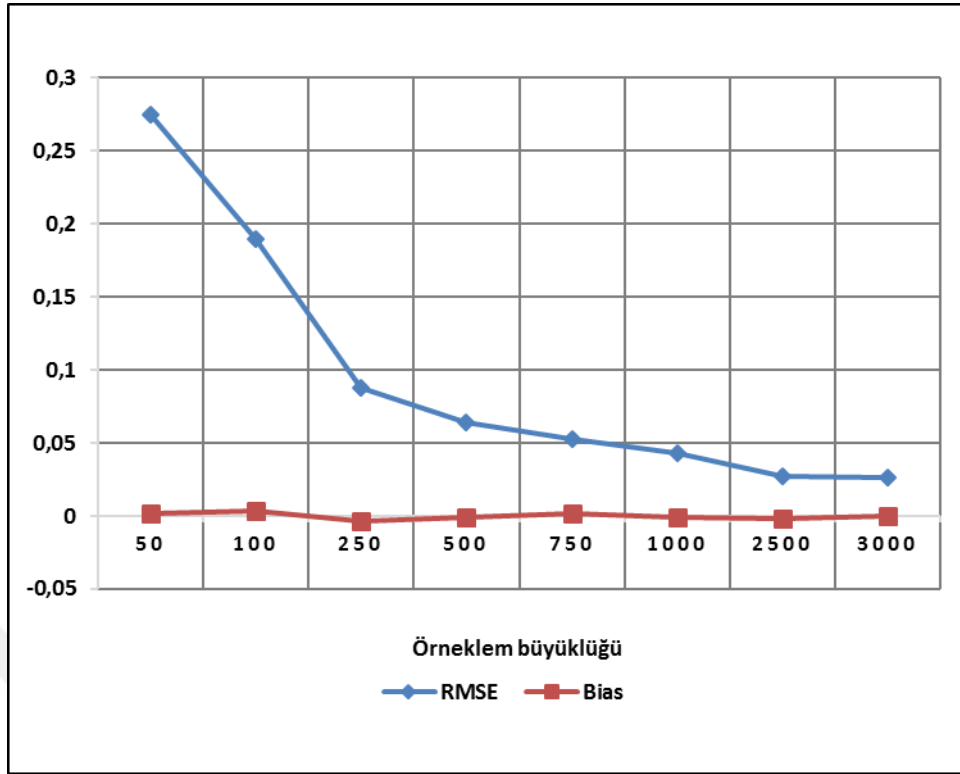
Şekil 4.48. Gruplandırılmış cevap yöntemine ait $P=0,5$ grafiği



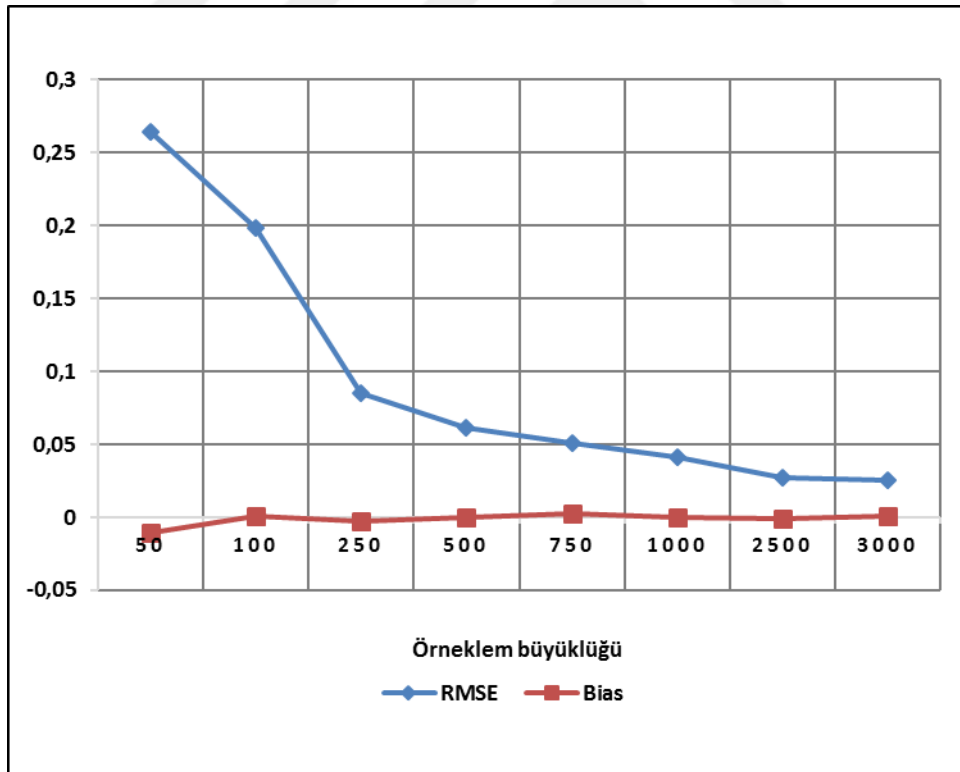
Şekil 4.49. Gruplandırılmış cevap yöntemine ait $P=0,6$ grafiği



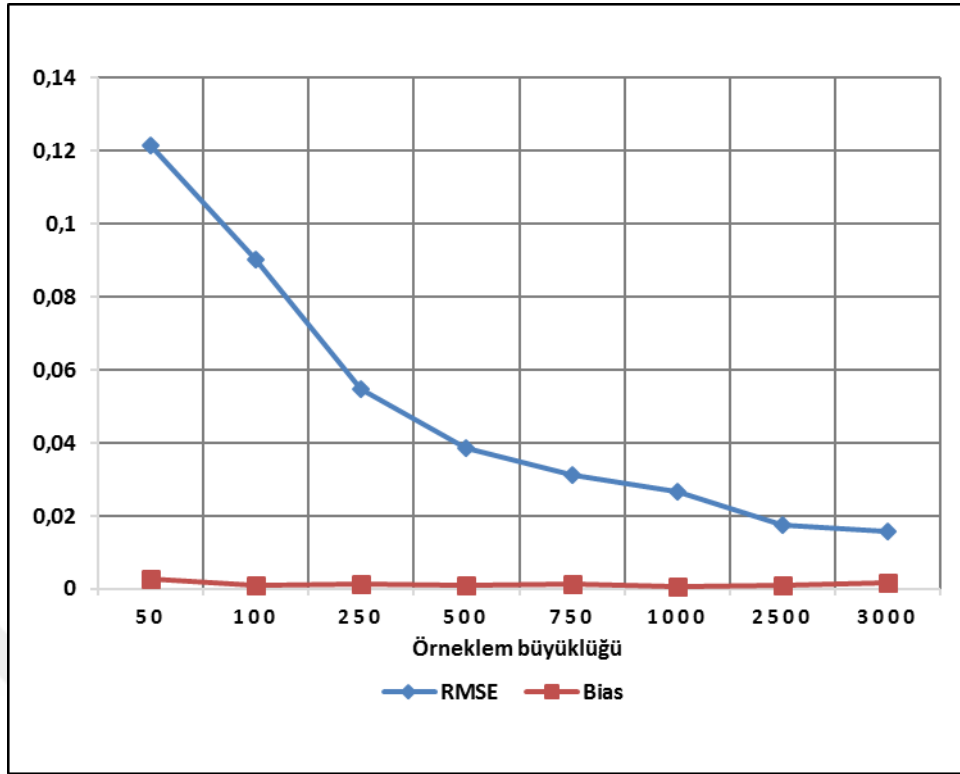
Şekil 4.50. Gruplandırılmış cevap yöntemine ait $P=0,7$ grafiği



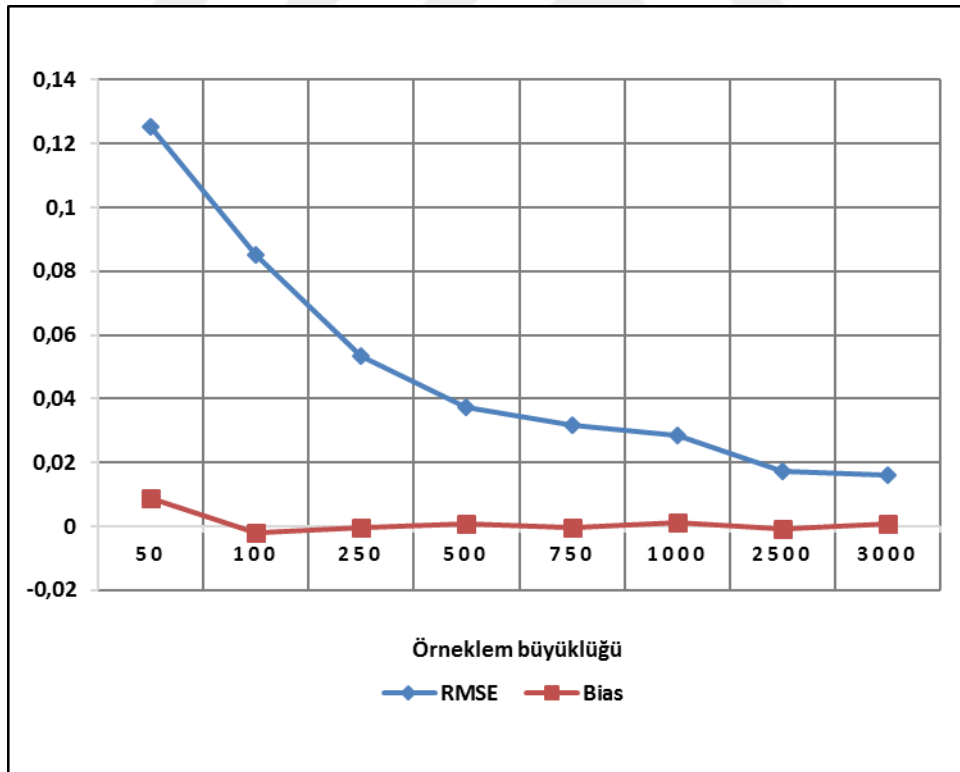
Şekil 4.51. Gruplandırılmış cevap yöntemine ait $P=0,8$ grafiği



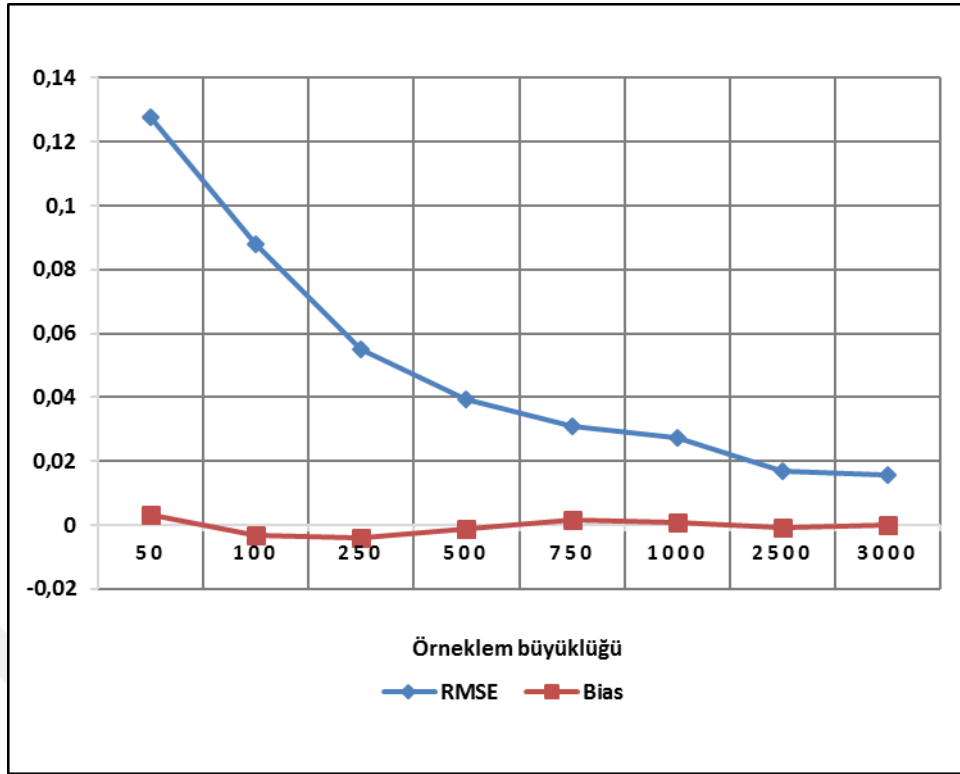
Şekil 4.52. Gruplandırılmış cevap yöntemine ait $P=0,9$ grafiği



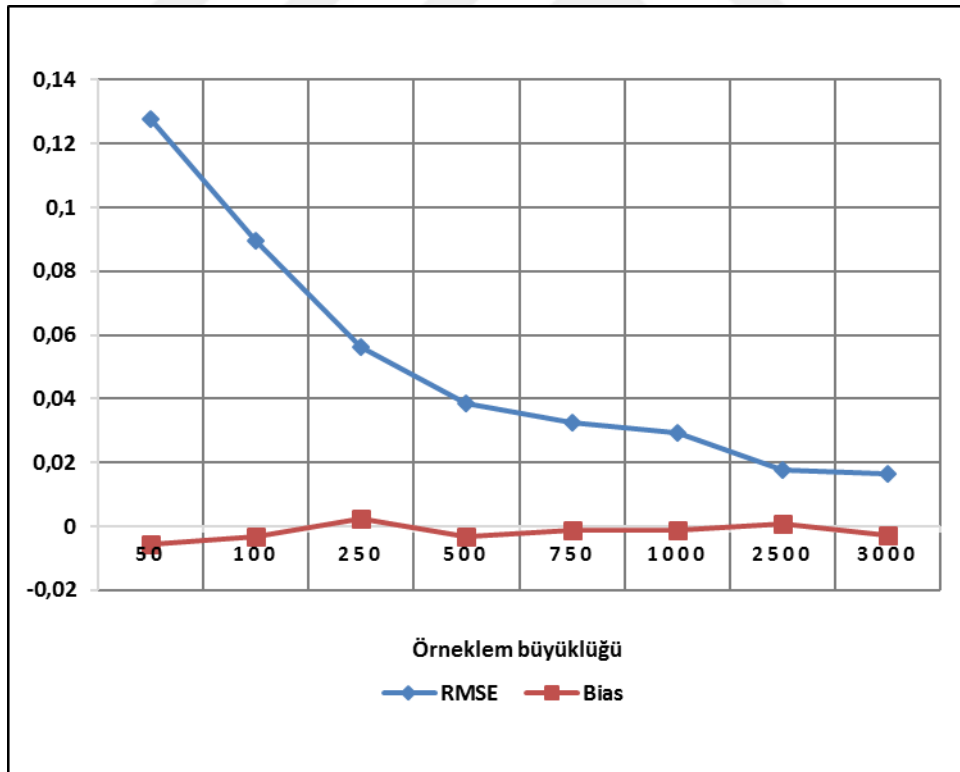
Şekil 4.53. Çapraz yöntemine ait P=0,001 grafiği



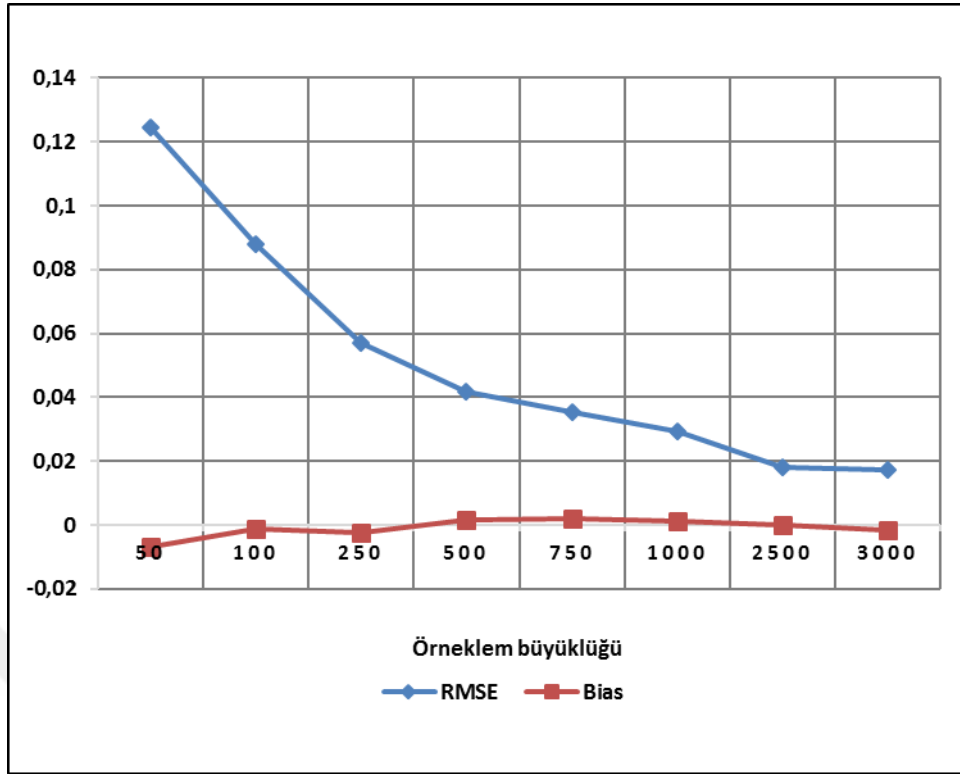
Şekil 4.54. Çapraz yöntemine ait P=0,005 grafiği



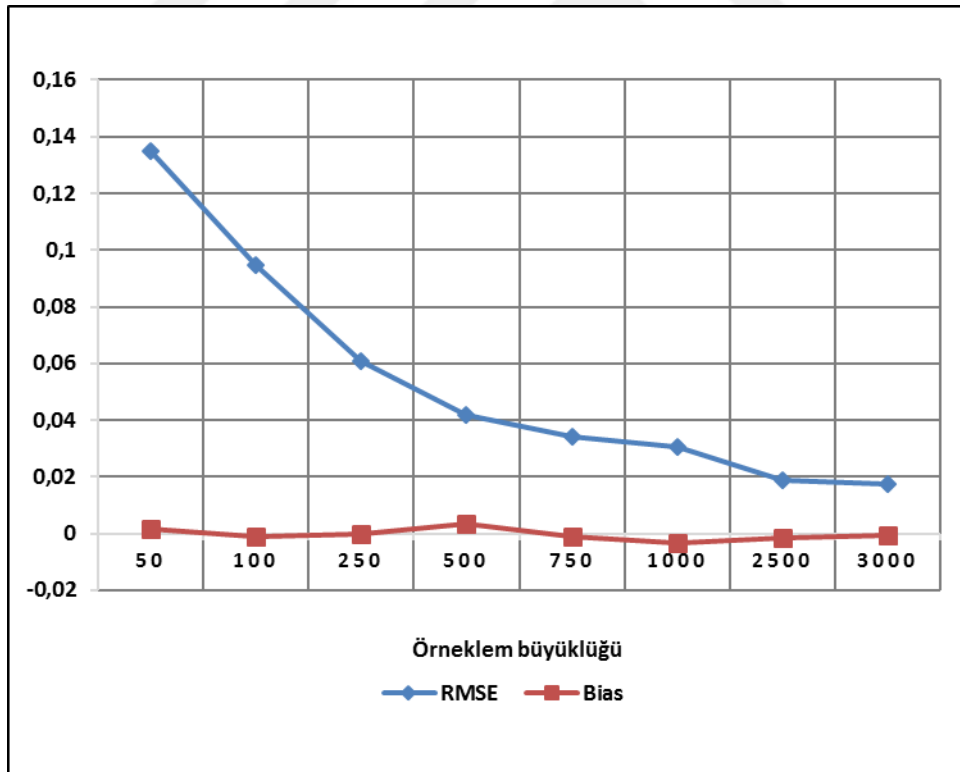
Şekil 4.55. Çapraz yöntemine ait $P=0,01$ grafiği



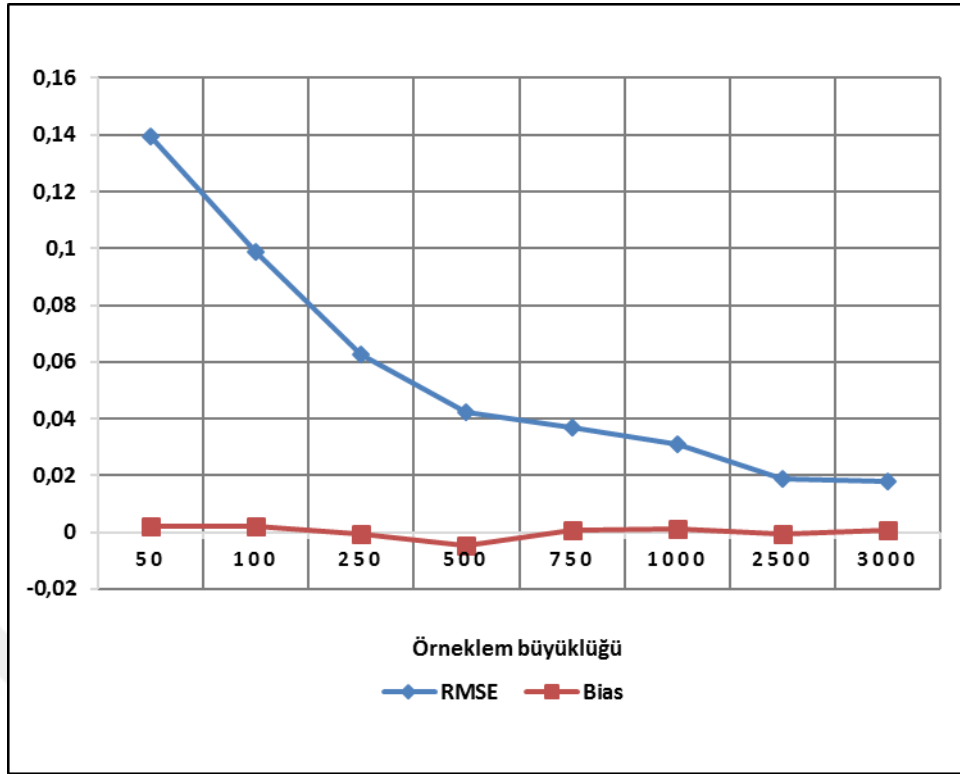
Şekil 4.56. Çapraz yöntemine ait $P=0,05$ grafiği



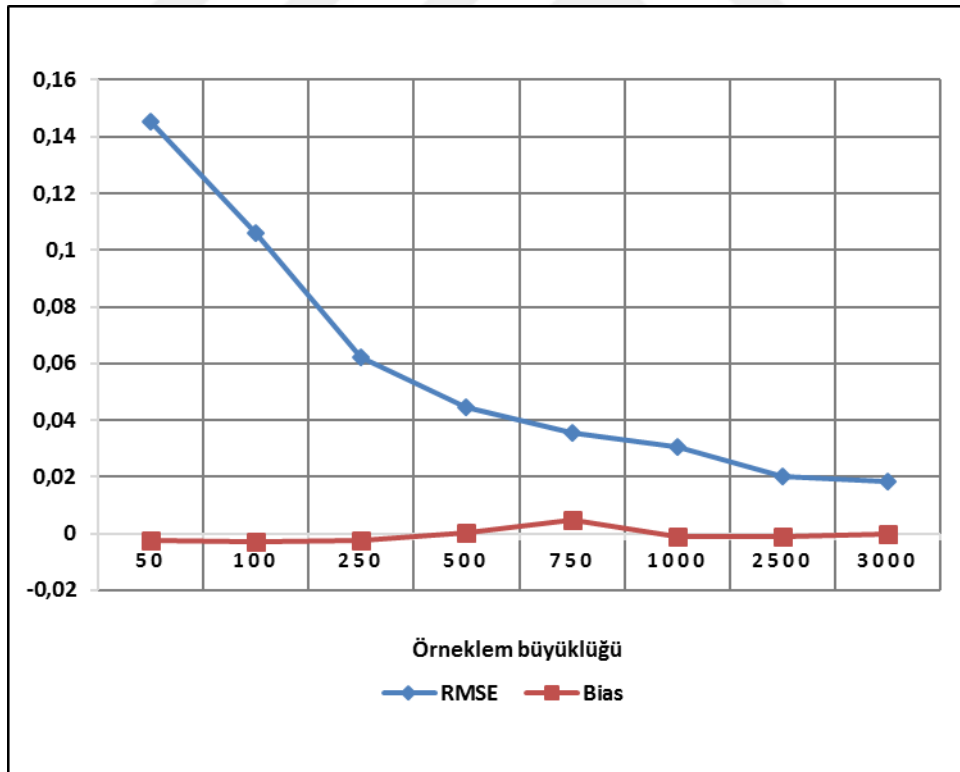
Şekil 4.57. Çapraz yöntemine ait $P=0,1$ grafiği



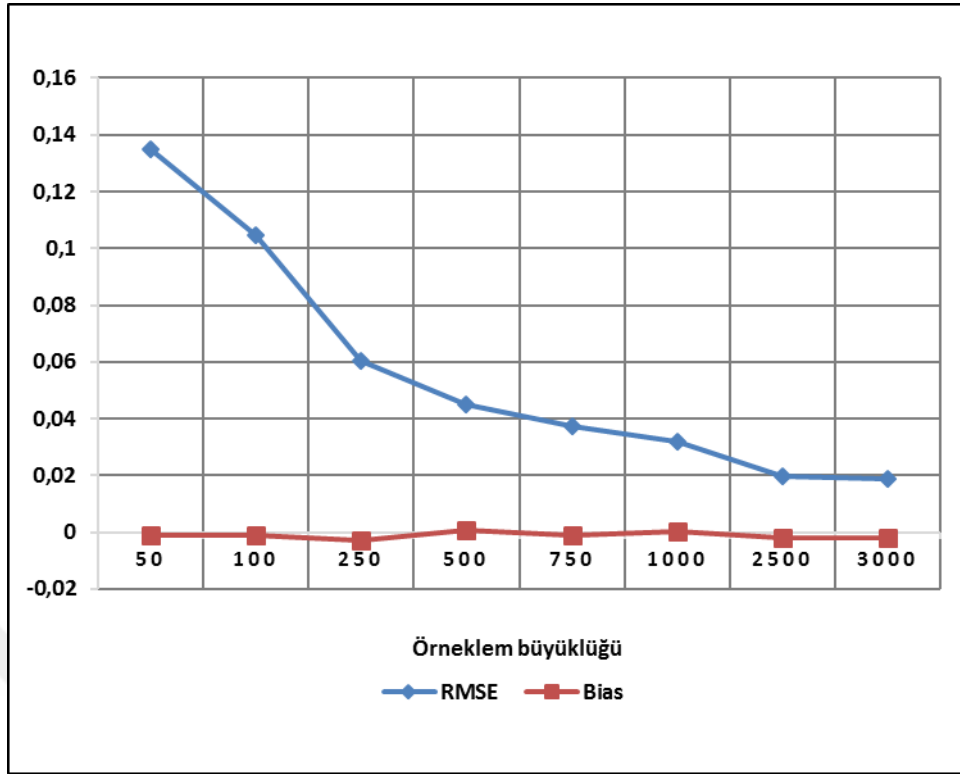
Şekil 4.58. Çapraz yöntemine ait $P=0,2$ grafiği



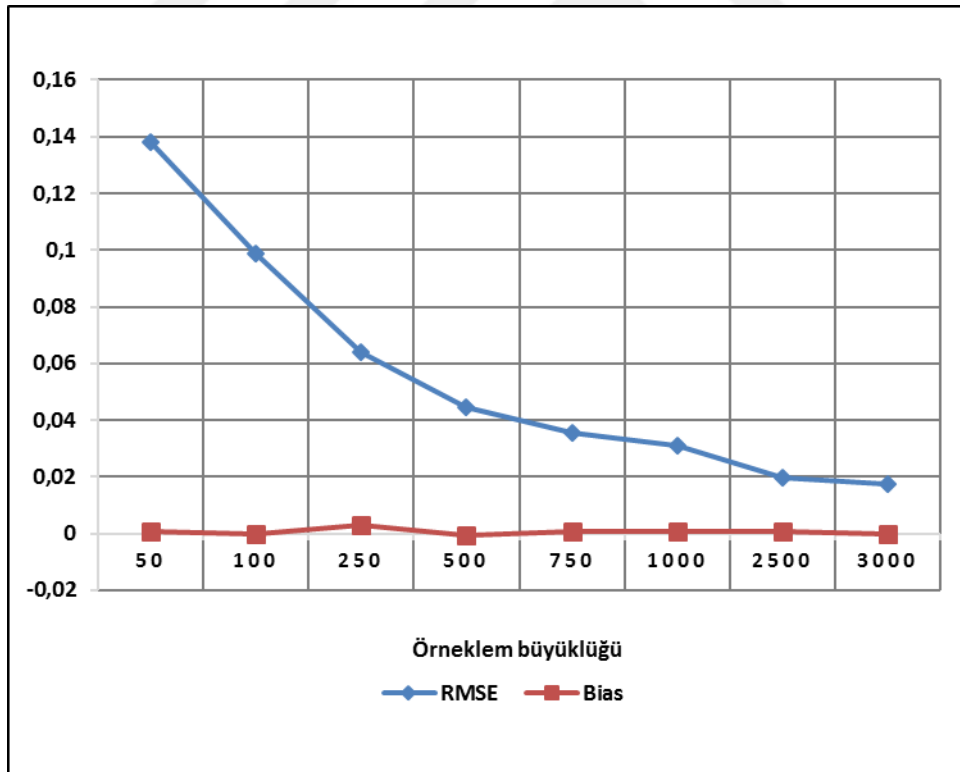
Şekil 4.59. Çapraz yöntemine ait $P=0,3$ grafiği



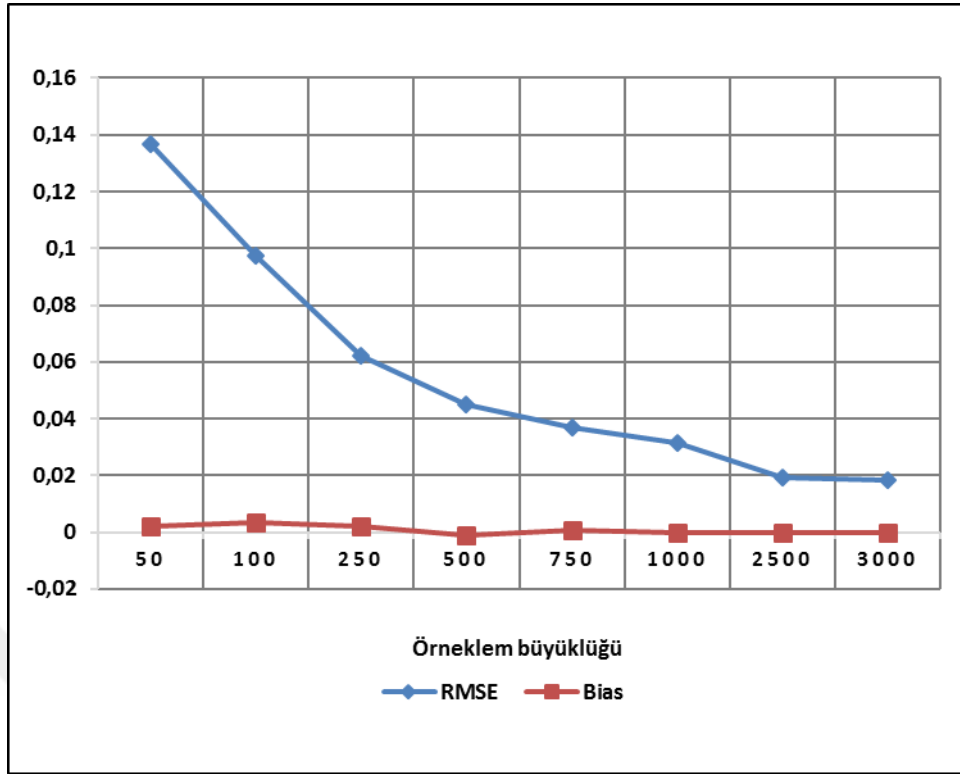
Şekil 4.60. Çapraz yöntemine ait $P=0,4$ grafiği



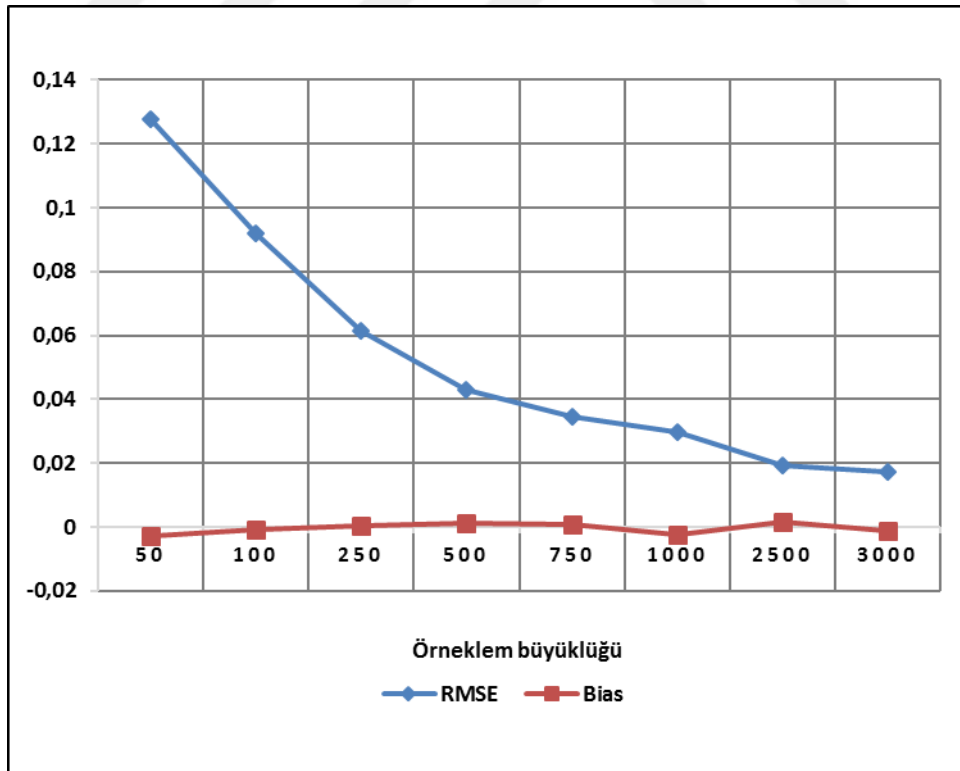
Şekil 4.61. Çapraz yöntemine ait P=0,5 grafiği



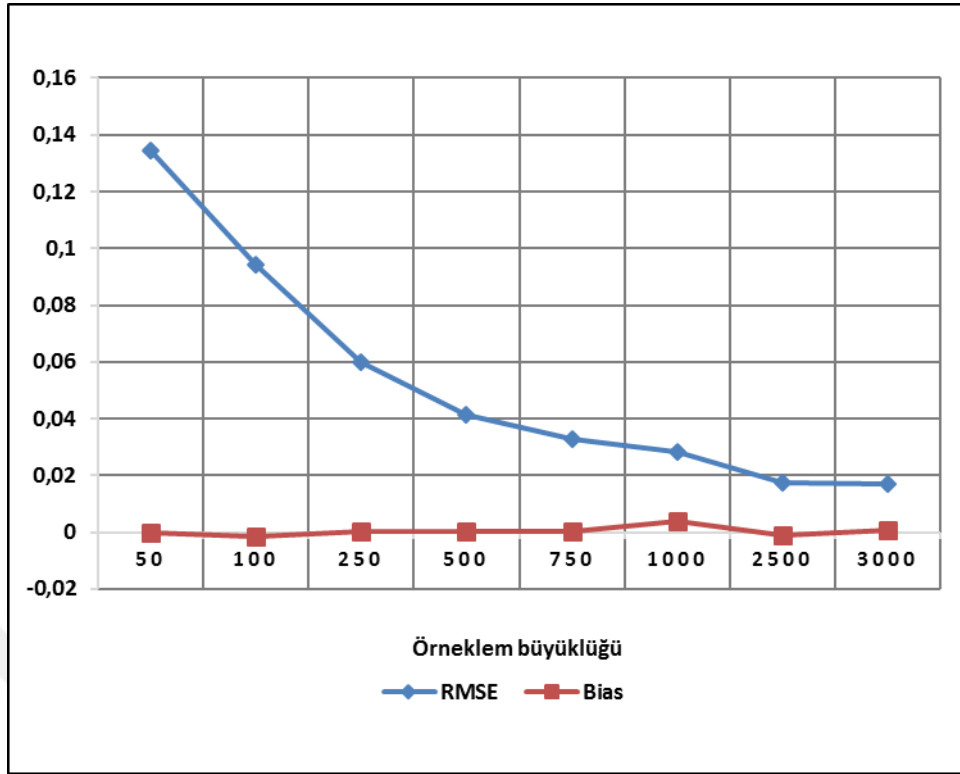
Şekil 4.62. Çapraz yöntemine ait P=0,6 grafiği



Şekil 4.63. Çapraz yöntemine ait $P=0,7$ grafiği



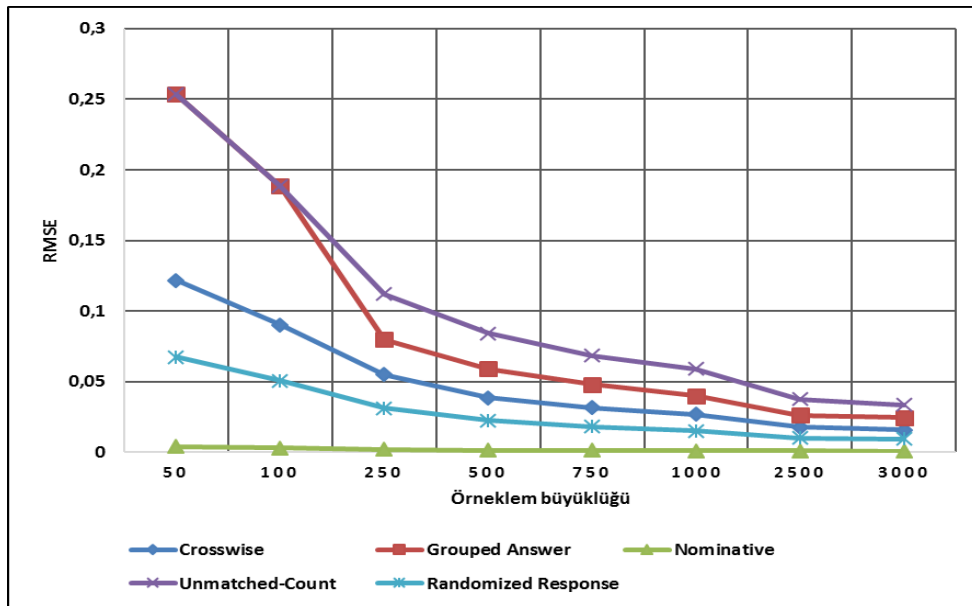
Şekil 4.64. Çapraz yöntemine ait $P=0,8$ grafiği



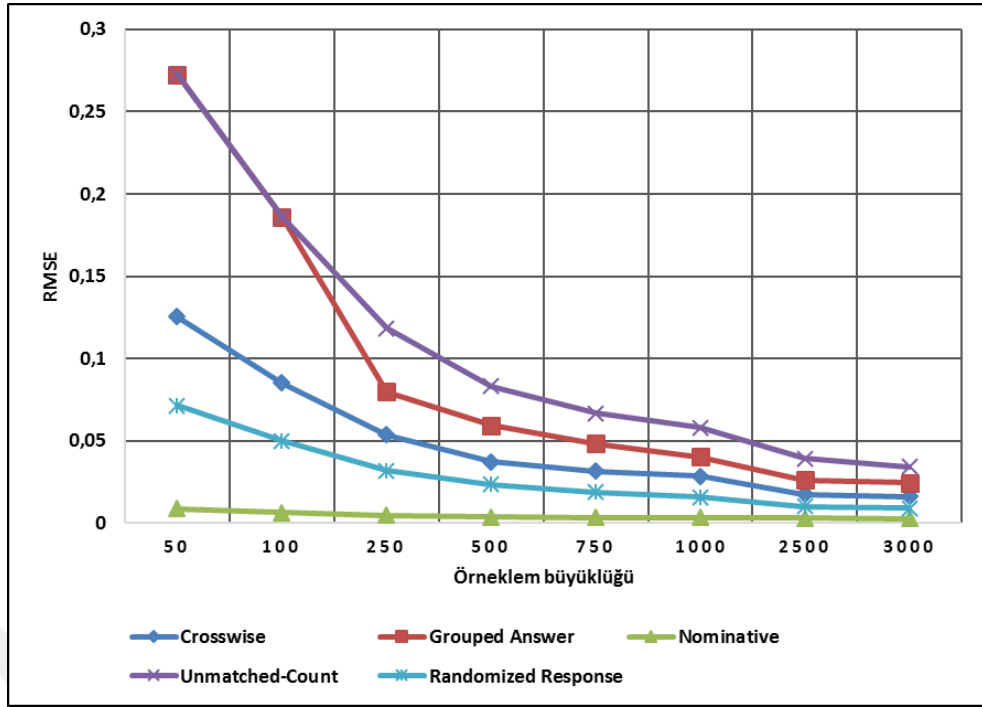
Şekil 4.65. Çapraz yöntemine ait $P=0,9$ grafiği

4.7. RMSE değerlerine göre karşılaştırma grafikleri

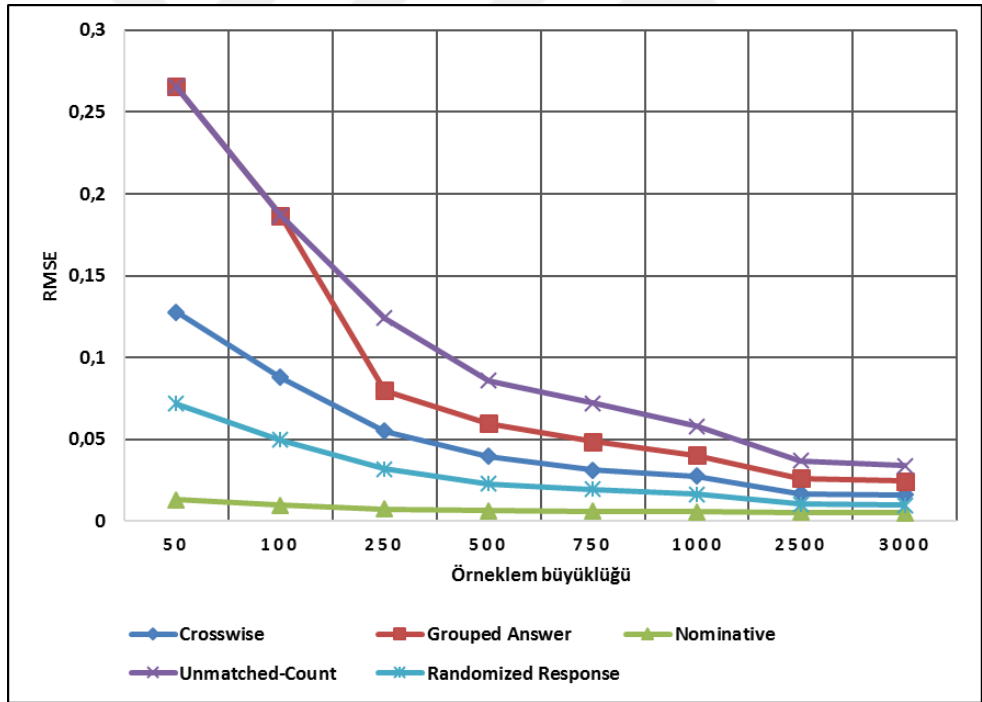
Hassas konular için kullanılan farklı yöntemleri karşılaştırmak amacıyla sunulan RMSE grafikleri farklı parametreler için (0,001; 0,005; 0,010; 0,050; 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80 ve 0,90) (Grafik 4.66. – 4.78.) ile sunulmuştur.



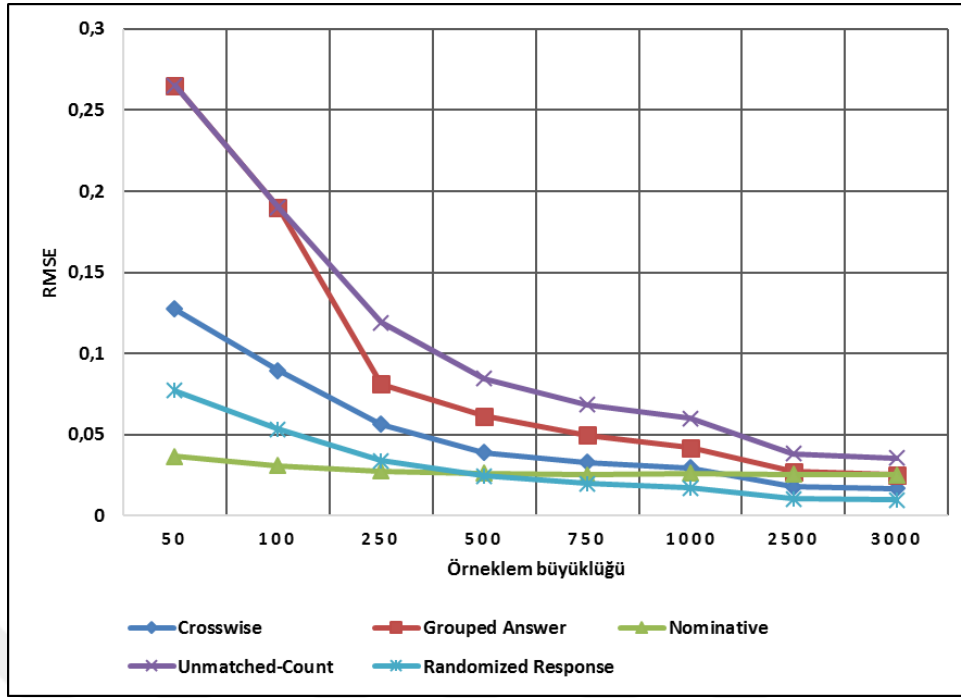
Şekil 4.66. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,001$ karşılaştırma grafiği



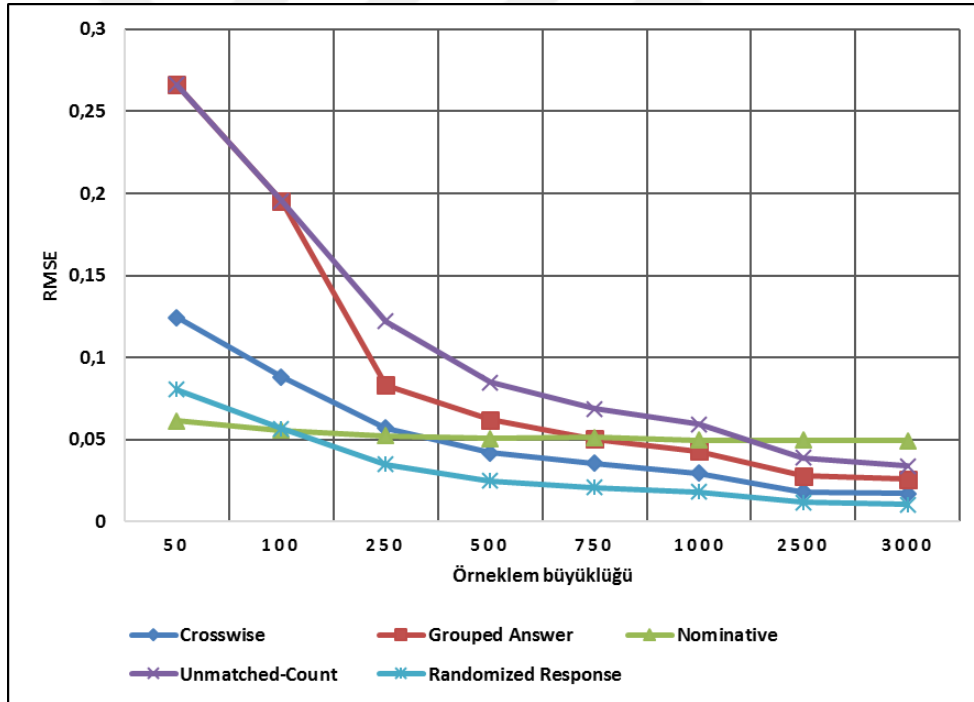
Şekil 4.67. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,005$ karşılaştırma grafiği



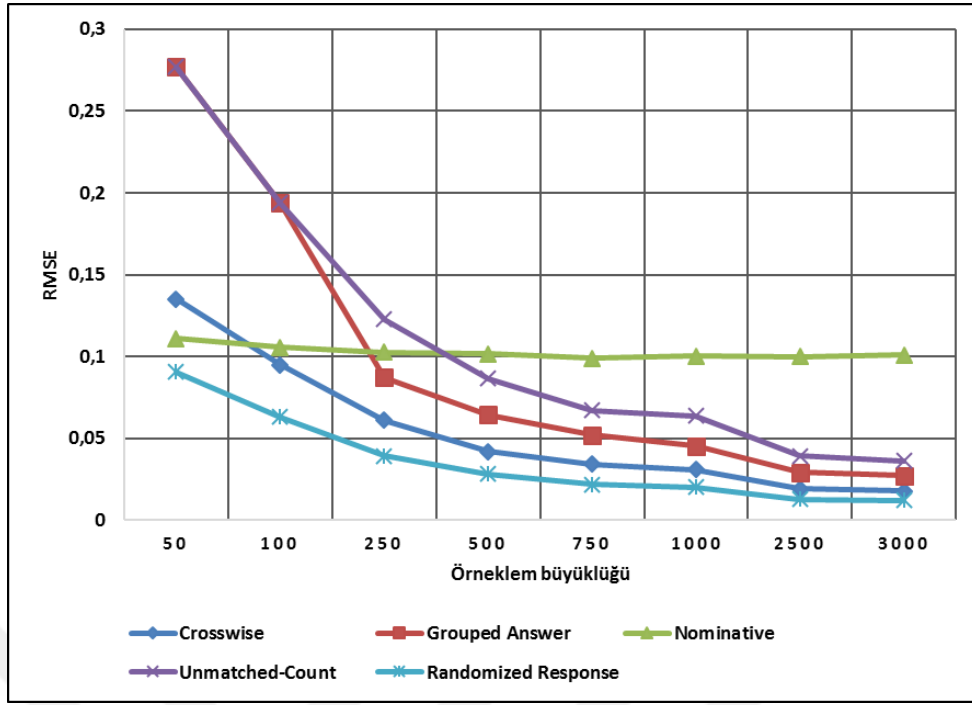
Şekil 4.68. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,01$ karşılaştırma grafiği



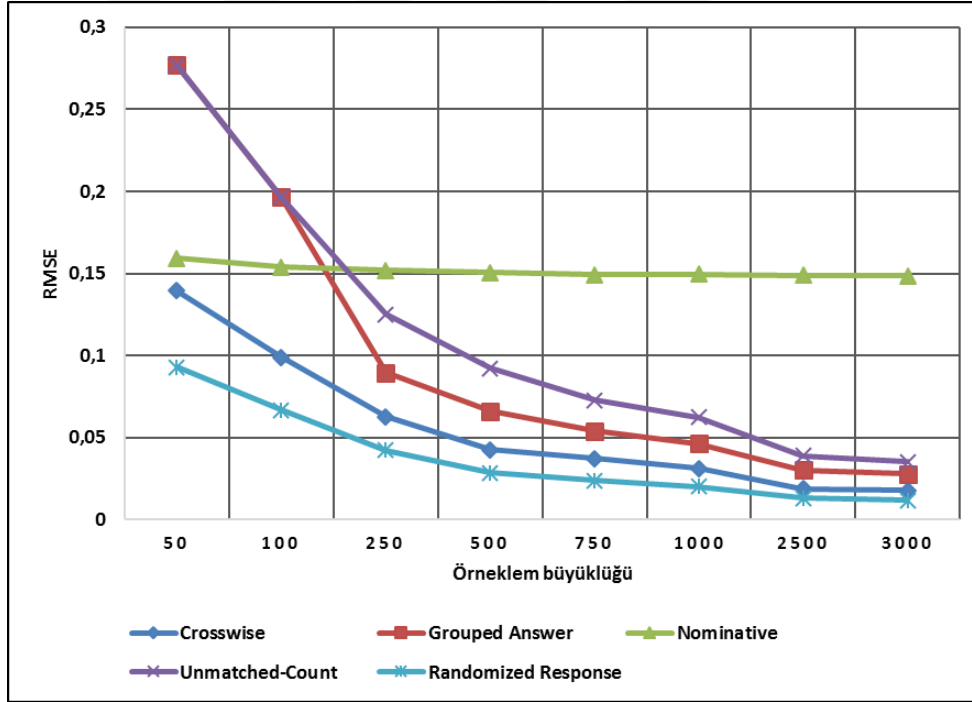
Şekil 4.69. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,05$ karşılaştırma grafiği



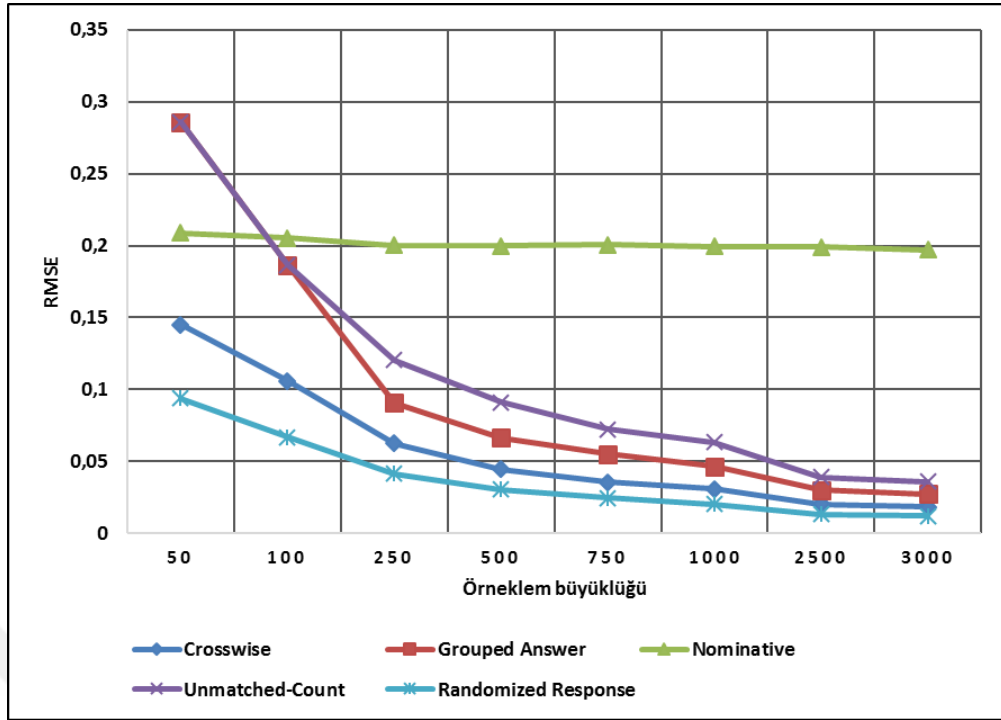
Şekil 4.70. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,1$ karşılaştırma grafiği



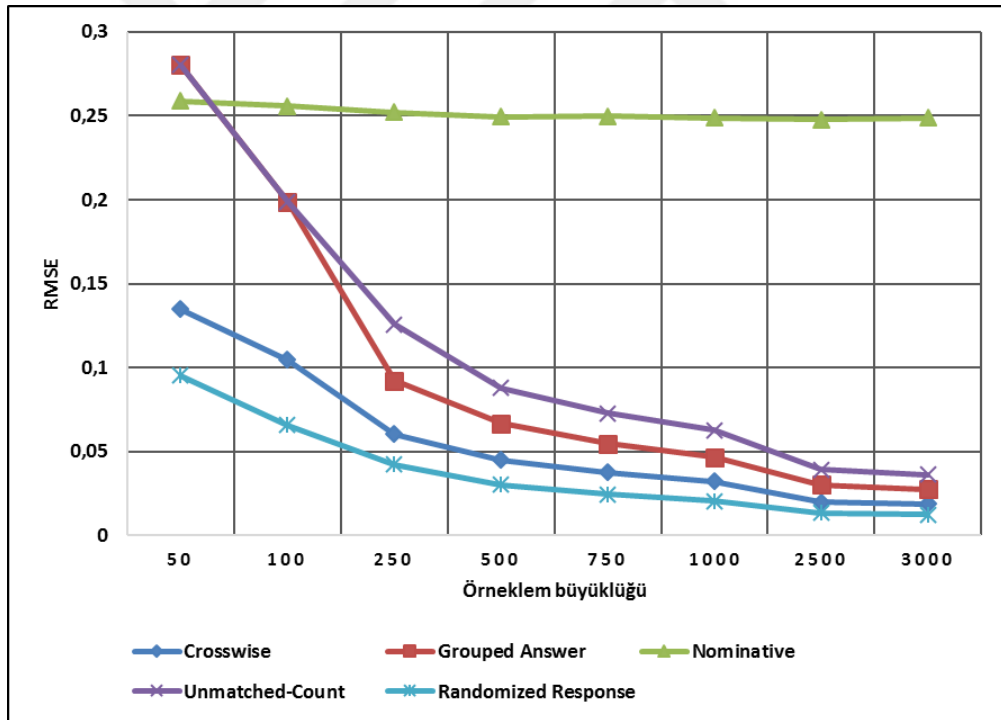
Şekil 4.71. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,2$ karşılaştırma grafiği



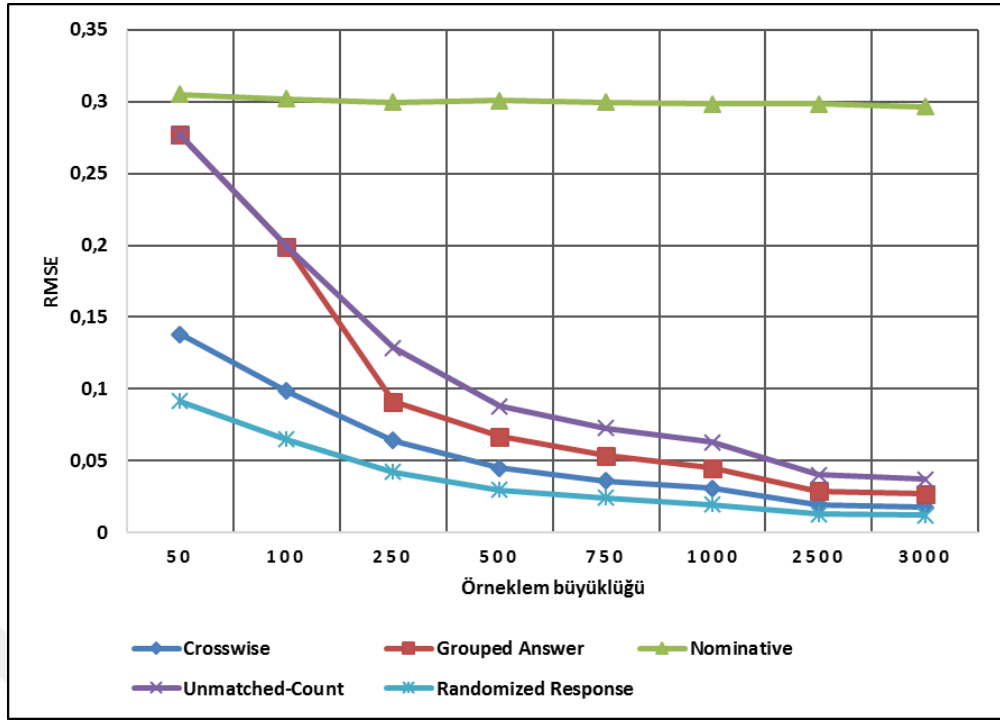
Şekil 4.72. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,3$ karşılaştırma grafiği



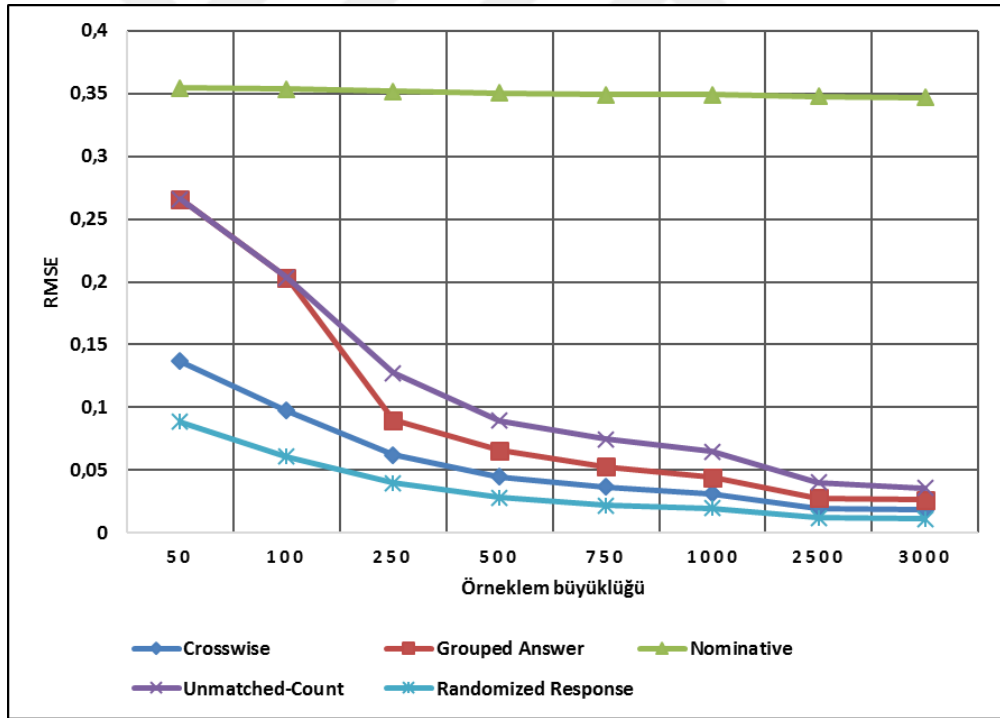
Şekil 4.73. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0.4$ karşılaştırma grafiği



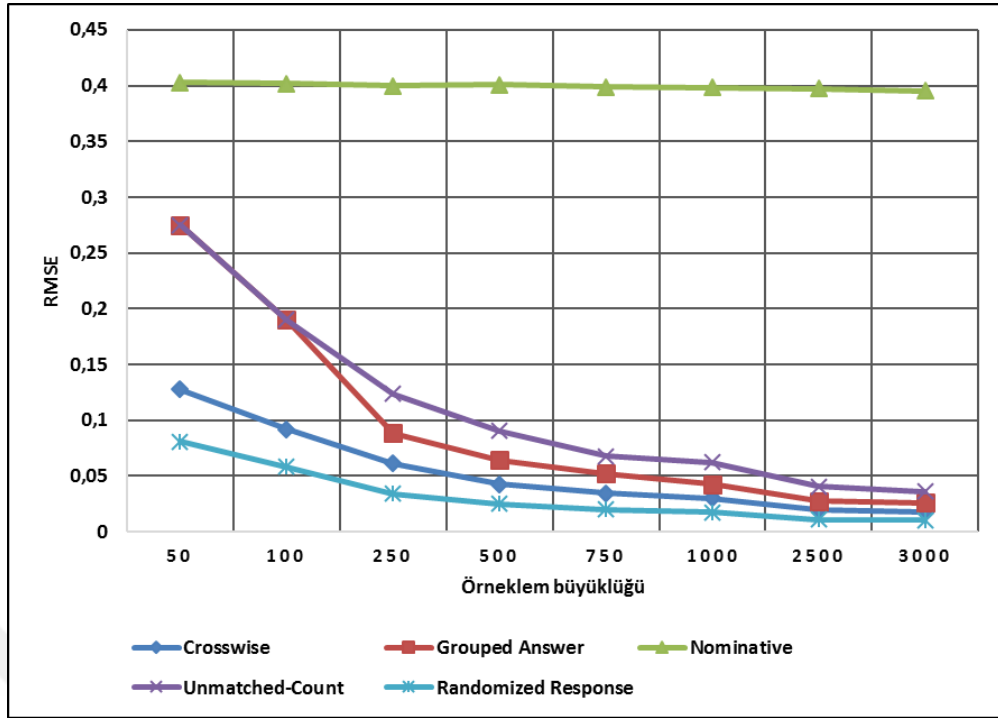
Şekil 4.74. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0.5$ karşılaştırma grafiği



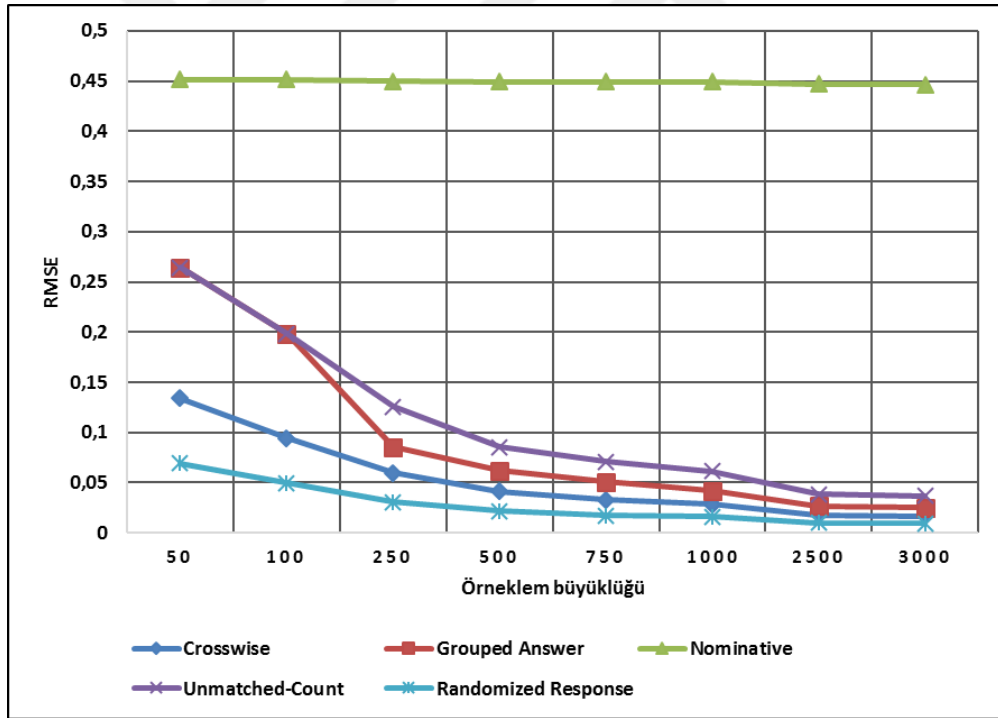
Şekil 4.75. Hassas soru yöntemlerine ait P=0,6 karşılaştırma grafiği



Şekil 4.76. Hassas soru yöntemlerine ait P=0,7 karşılaştırma grafiği



Şekil 4.77. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,8$ karşılaştırma grafiği

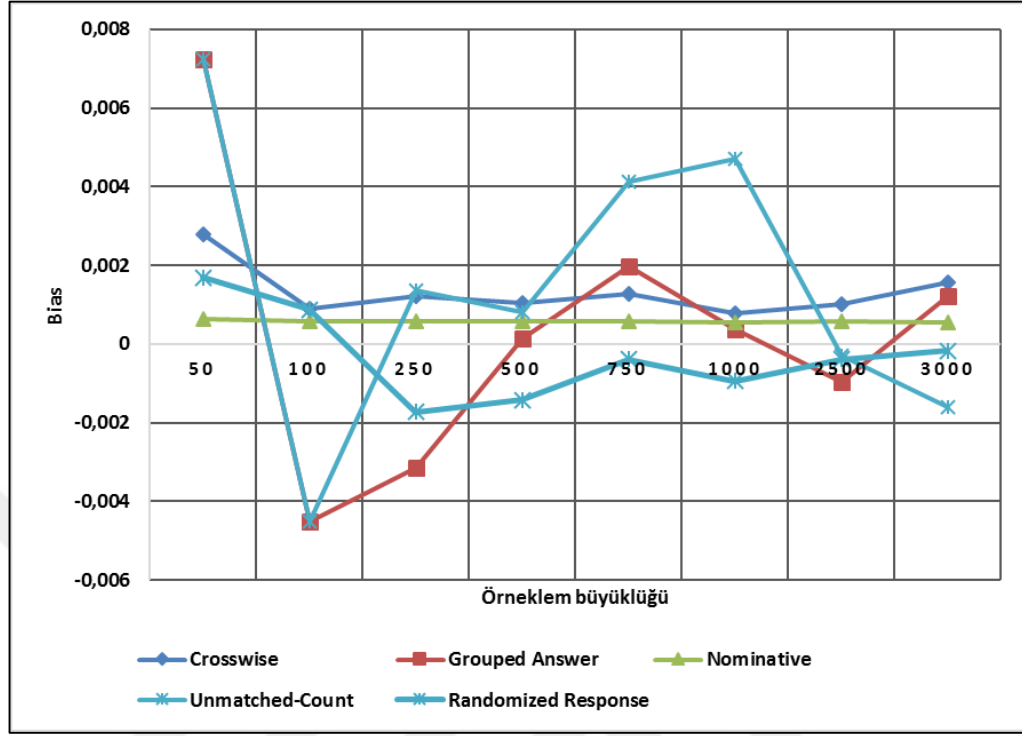


Şekil 4.78. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,9$ karşılaştırma grafiği

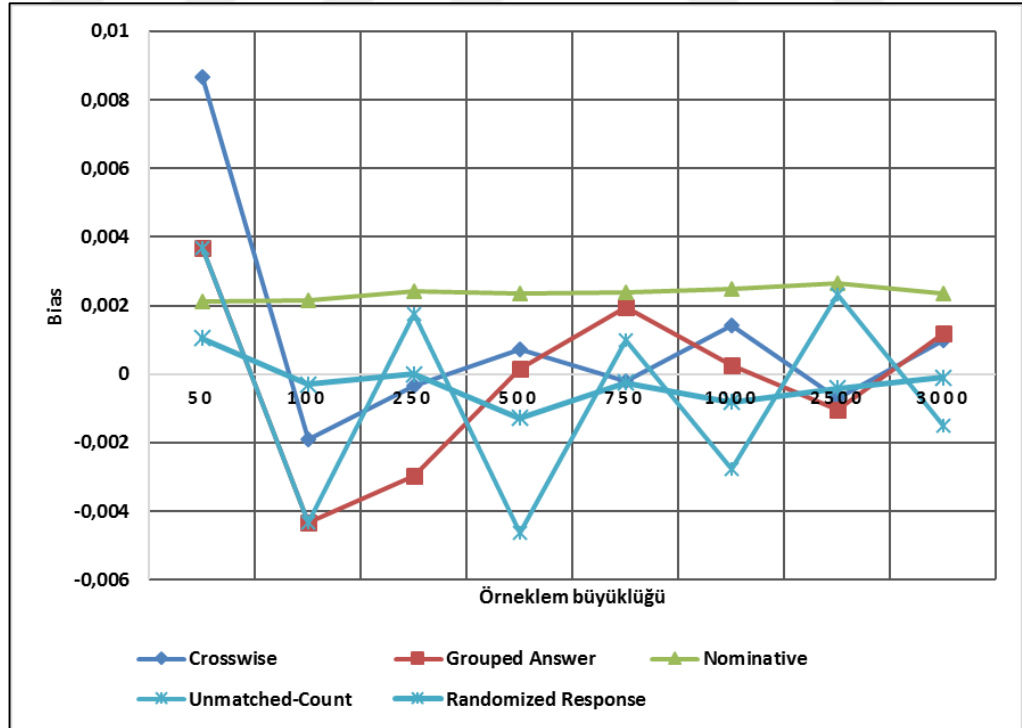
4.8. Yanlılık değerlerine göre karşılaştırma grafikleri

Hassas konular için kullanılan farklı yöntemleri karşılaştırmak amacıyla sunulan yanlılık grafikleri farklı parametreler için (0,001; 0,005; 0,010; 0,050; 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80 ve 0,90) (Grafik 4.79. – 4.91.) ile sunulmuştur.

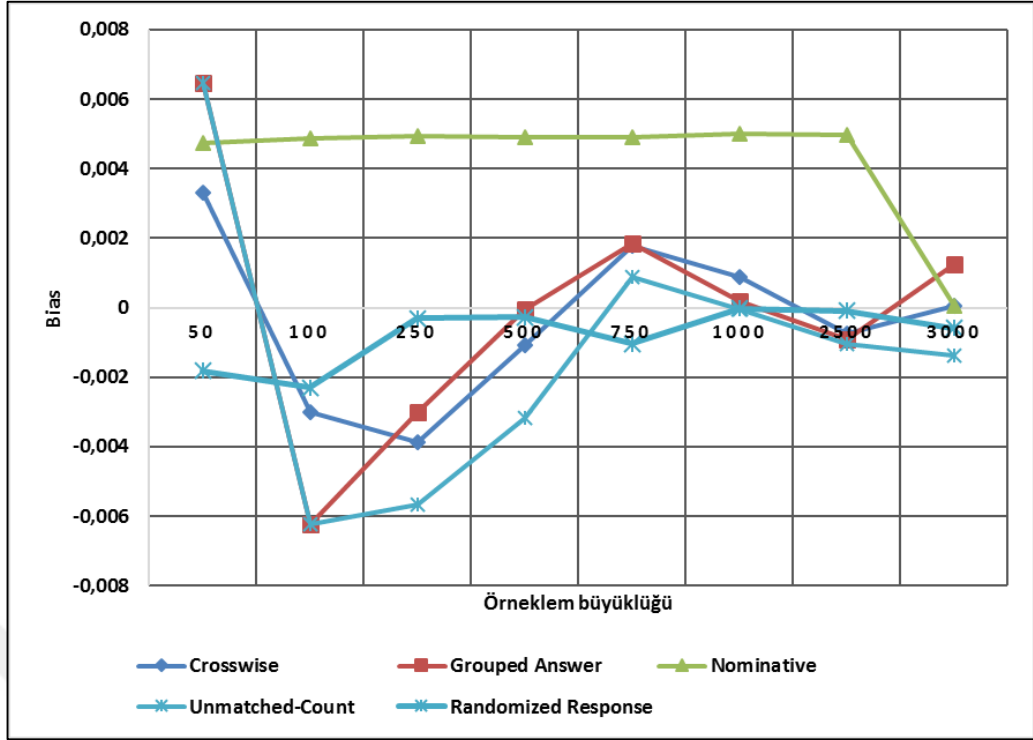
Bu grafiklerin amacı örneklem büyüklüğü değişimi ile yöntemlerin yanlılık şemalarını izlemektir.



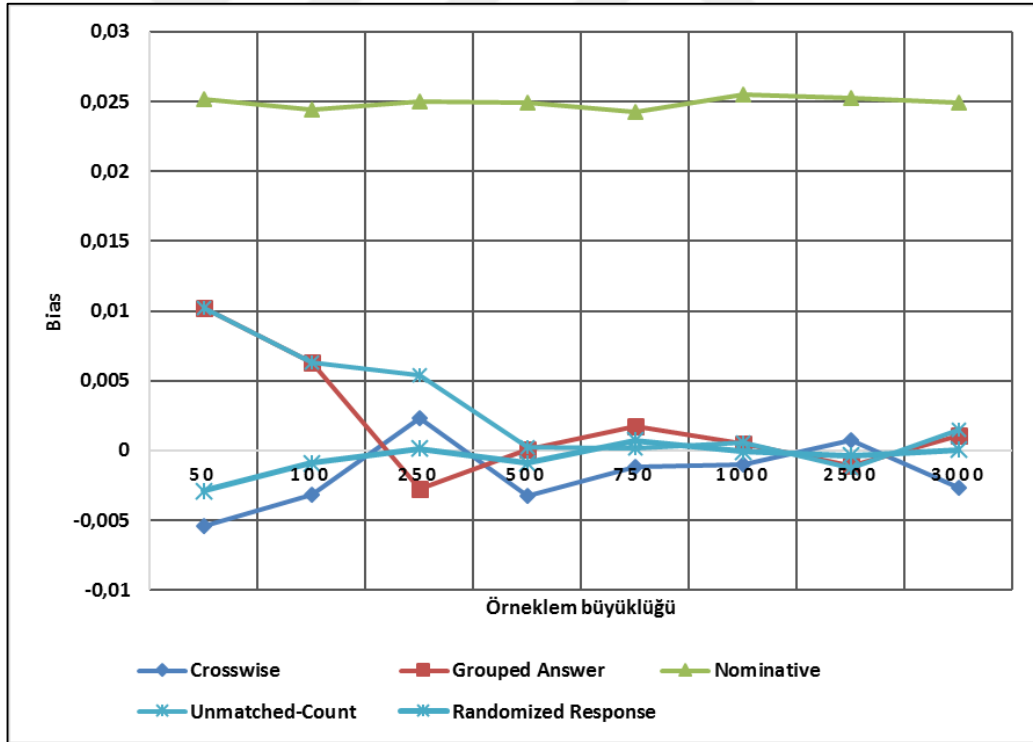
Şekil 4.79. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,001$ karşılaştırma grafiği



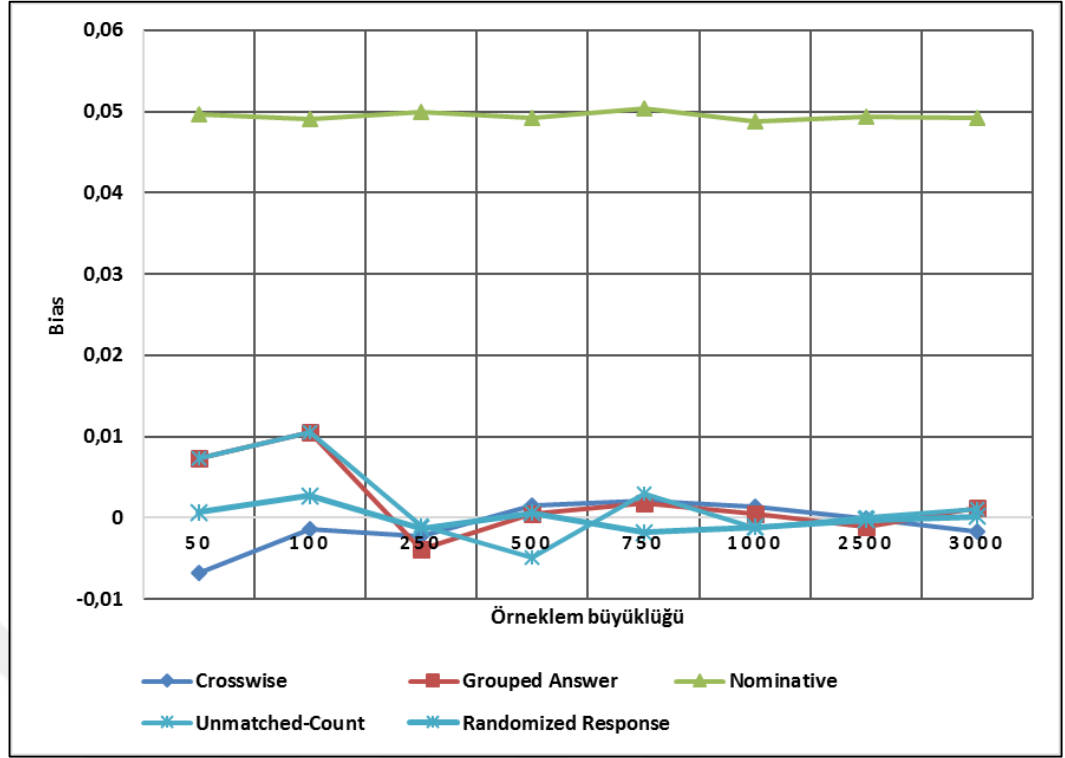
Şekil 4.80. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,005$ karşılaştırma grafiği



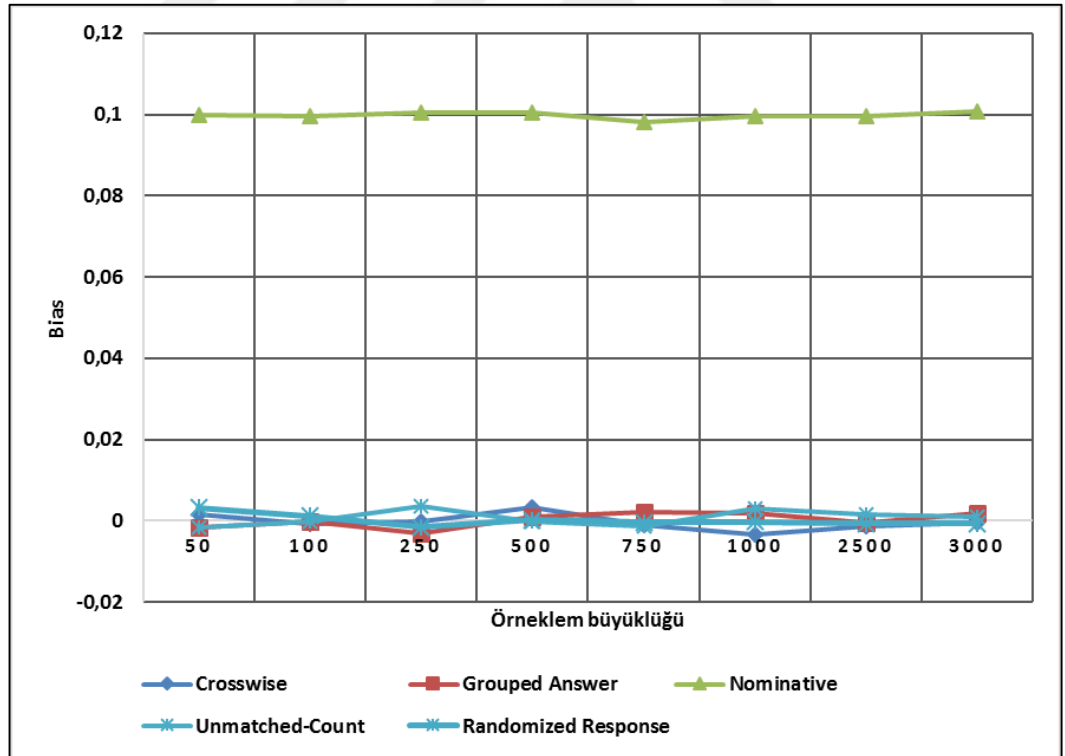
Şekil 4.81. Hassas soru yöntemlerine ait P=0,01 karşılaştırma grafiği



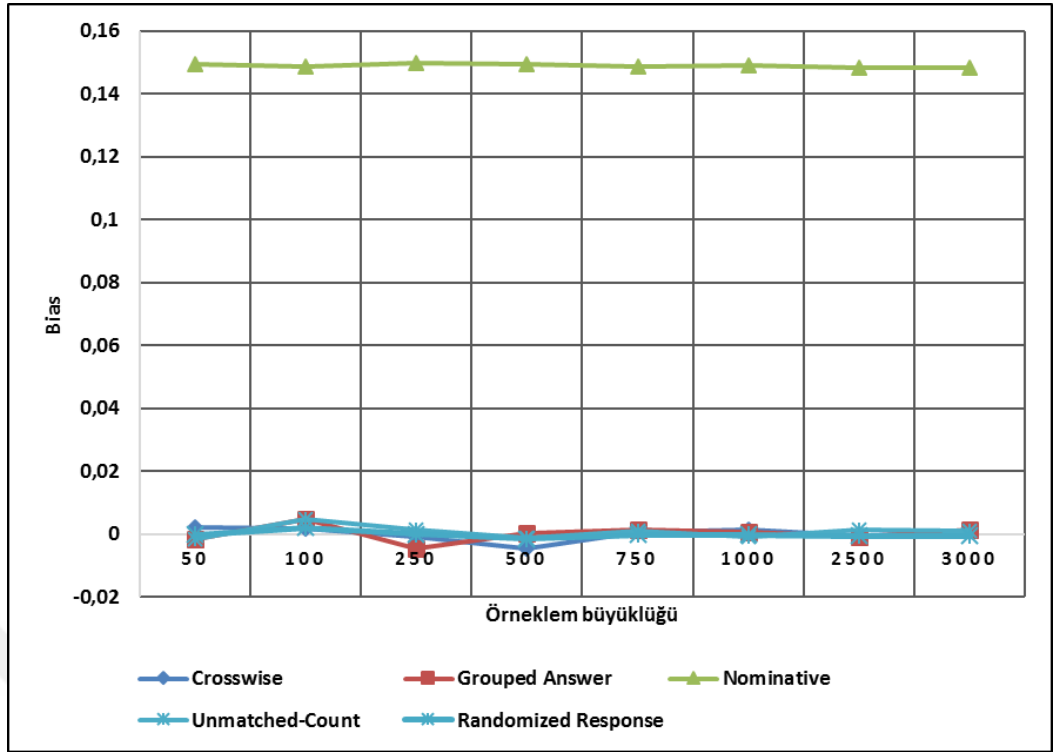
Şekil 4.82. Hassas soru yöntemlerine ait P=0,05 karşılaştırma grafiği



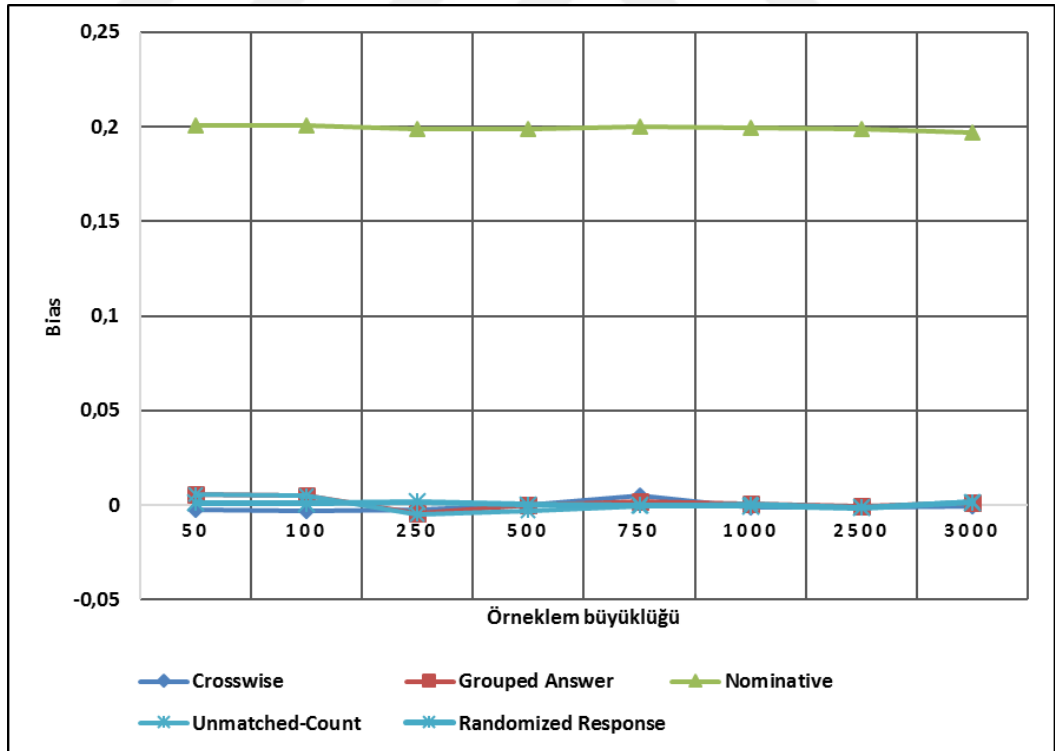
Şekil 4.83. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,1$ karşılaştırma grafiği



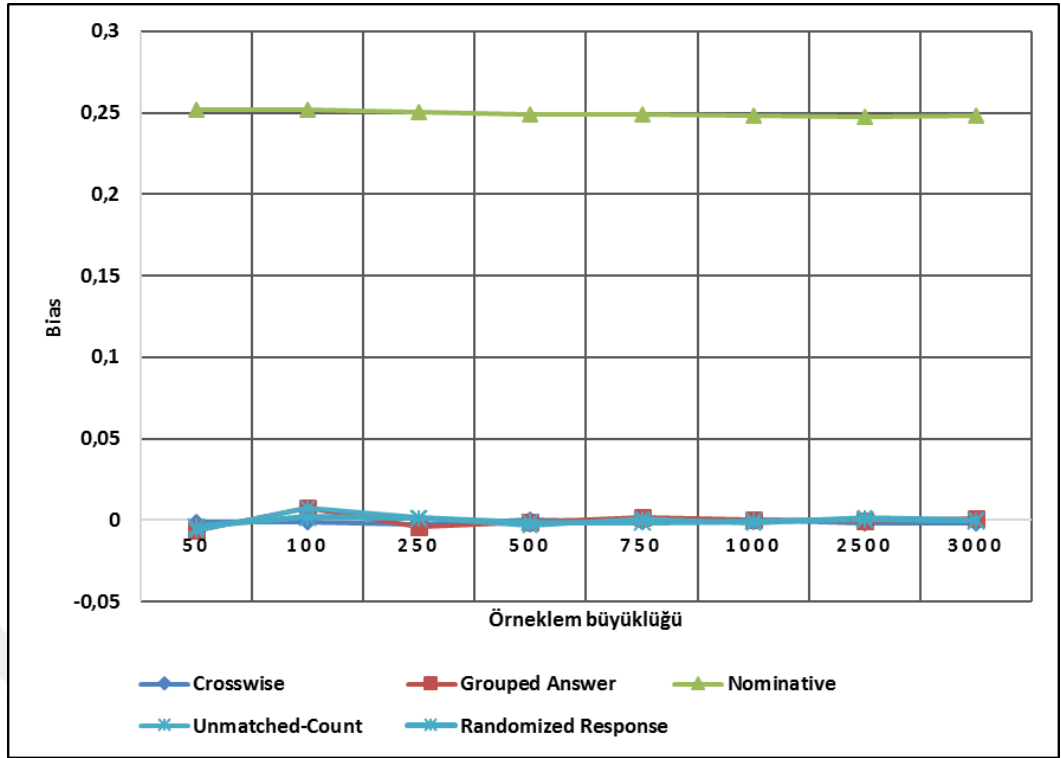
Şekil 4.84. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,2$ karşılaştırma grafiği



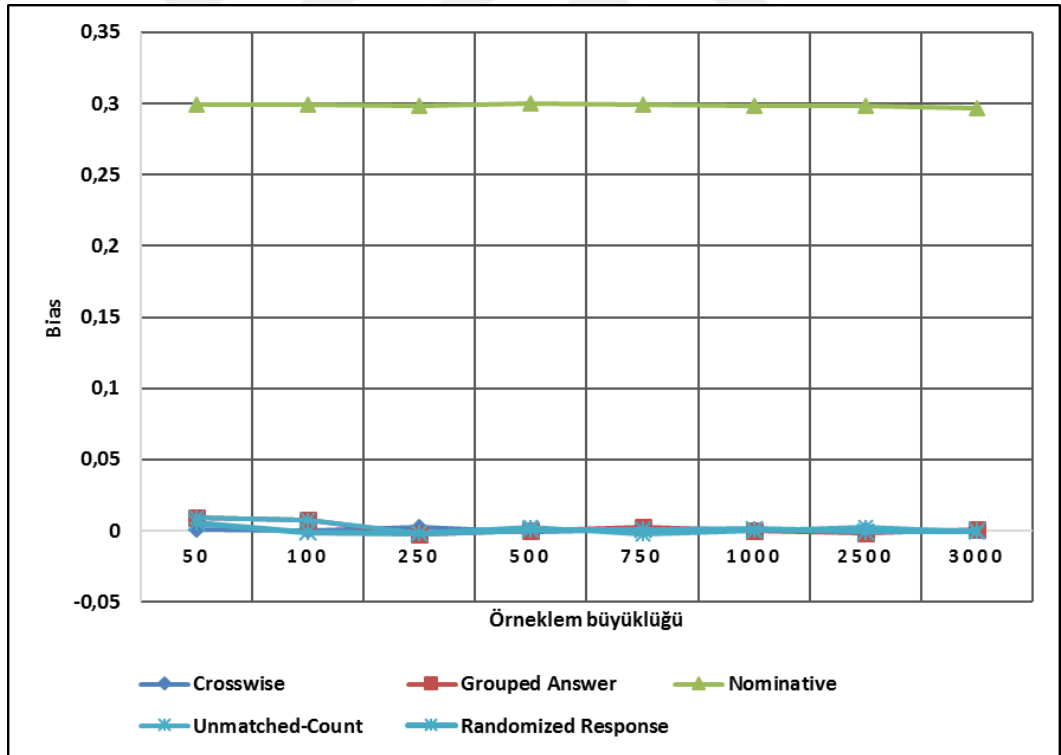
Şekil 4.85. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,3$ karşılaştırma grafiği



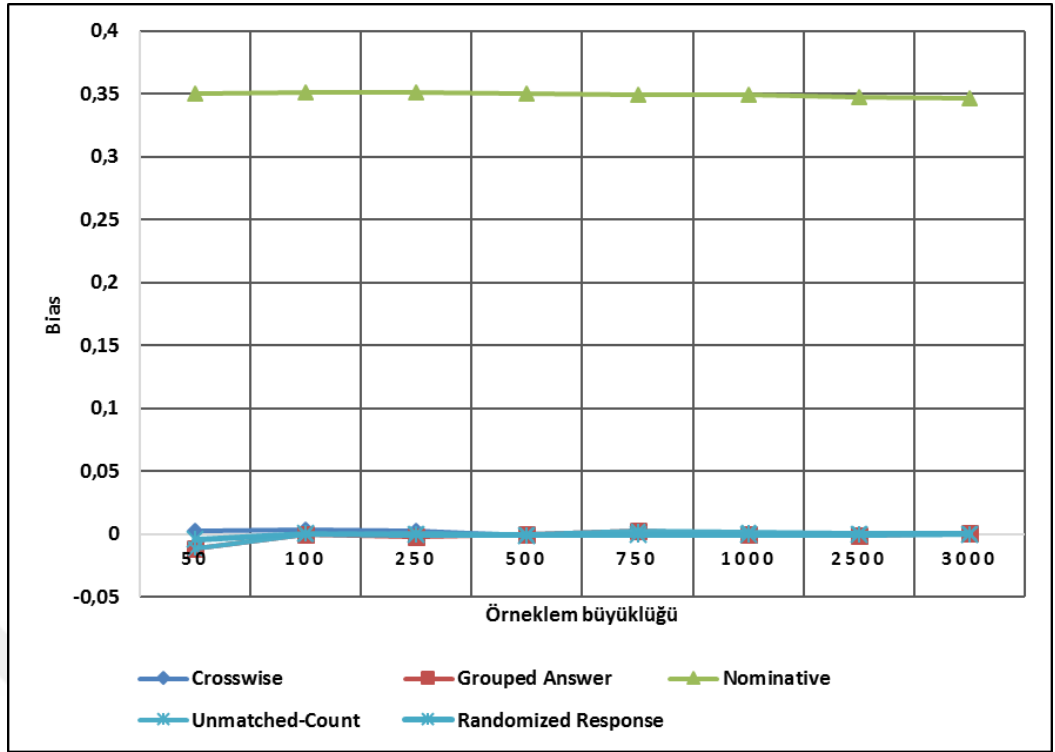
Şekil 4.86. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,4$ karşılaştırma grafiği



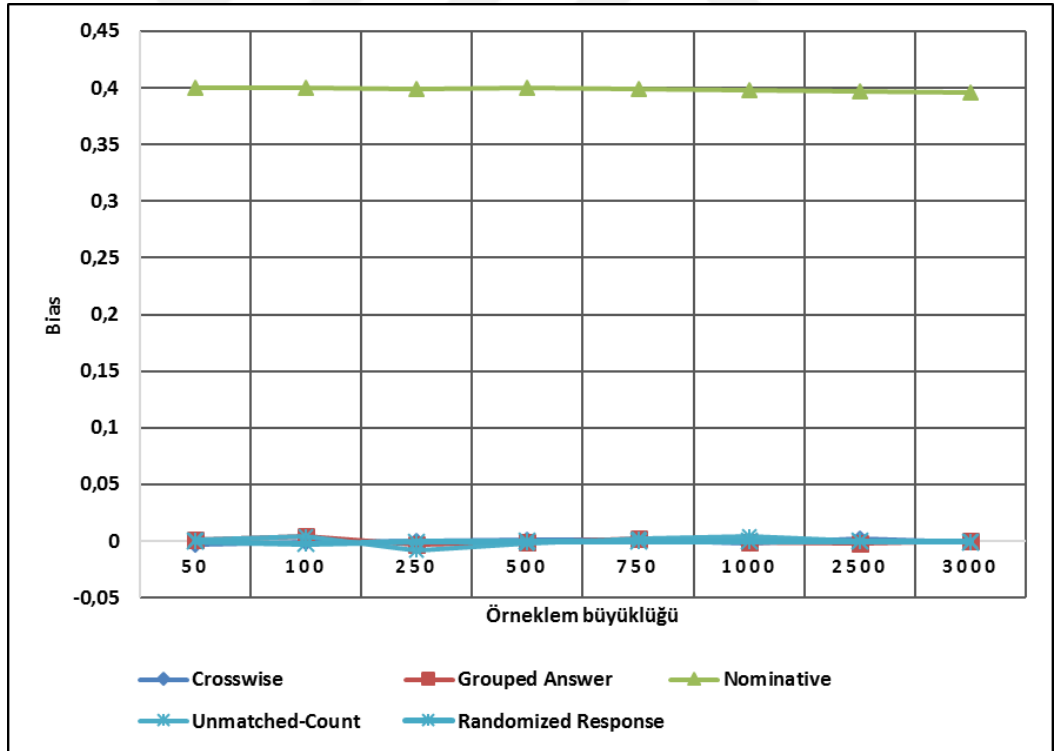
Şekil 4.87. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,5$ karşılaştırma grafiği



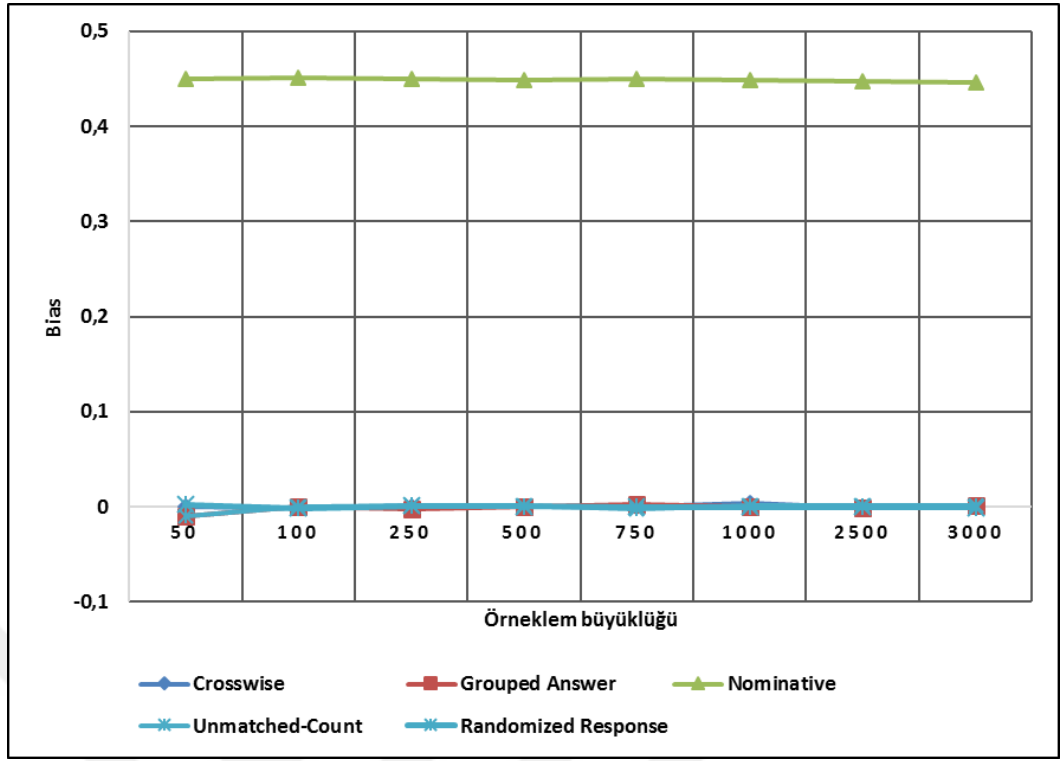
Şekil 4.88. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,6$ karşılaştırma grafiği



Şekil 4.89. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,7$ karşılaştırma grafiği



Şekil 4.90. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,8$ karşılaştırma grafiği



Şekil 4.91. Hassas soru yöntemlerine ait $P=0,9$ karşılaştırma grafiği

4.9. Çapraz Modeli için Önerilen Uludağ Düzeltmesinin Bulguları

Hassas soru yöntemlerinde çapraz modeli için önerilen düzeltme ile elde edilen yanlışlık ve RMSE değerleri tabloları 4.11 ve 4.14 ile sunulmuştur.

Tablo 4.11. Çapraz modeli Uludağ düzeltmesine ait yanlışlık sonuçları

P	n=50	n=100	n=250	n=500	n=750	n=1000	n=2500	n=3000
0,001	0,002499	0,000747	0,001146	0,001005	0,001265	0,000774	0,000999	0,001549
0,005	0,008379	-0,002073	-0,000414	0,000689	-0,000223	0,001398	-0,000717	0,000979
0,010	0,003019	-0,003153	-0,003918	-0,001095	0,001768	0,000870	-0,000737	0,000045
0,050	-0,005743	-0,003355	0,002241	-0,003267	-0,001202	-0,001056	0,000712	-0,002662
0,100	-0,007024	-0,001475	-0,002279	0,001437	0,002043	0,001336	-0,000016	-0,001633
0,200	0,001348	-0,001009	-0,000196	0,003414	-0,000911	-0,003519	-0,001419	-0,000503
0,300	0,001929	0,001742	-0,000792	-0,004572	0,000648	0,001344	-0,000450	0,000583
0,400	-0,002601	-0,003042	-0,002625	0,000095	0,004746	-0,001180	-0,001095	-0,000349
0,500	-0,001325	-0,001243	-0,002970	0,000555	-0,001177	0,000220	-0,001899	-0,001989
0,600	0,000397	-0,000302	0,002807	-0,000865	0,000922	0,000722	0,000613	-0,000090
0,700	0,002120	0,003241	0,002152	-0,001248	0,000741	-0,000036	-0,000290	-0,000397
0,800	-0,003040	-0,000659	0,000377	0,001264	0,000680	-0,002396	0,001728	-0,001082
0,900	-0,000200	-0,001759	0,000313	0,000236	0,000099	0,003830	-0,000972	0,000688

Tablo 4.12. Çapraz modeli Uludağ düzeltmesine ait RMSE sonuçları

P	n=50	n=100	n=250	n=500	n=750	n=1000	n=2500	n=3000
0,001	0,121571	0,090212	0,054873	0,038625	0,031397	0,026600	0,017672	0,015780
0,005	0,125431	0,085115	0,053572	0,037195	0,031601	0,028356	0,017303	0,015915
0,010	0,127544	0,087801	0,054921	0,039409	0,031060	0,027363	0,016729	0,015888
0,050	0,127556	0,089460	0,056244	0,038697	0,032716	0,029368	0,017835	0,016684
0,100	0,124395	0,088141	0,056942	0,041986	0,035546	0,029504	0,018150	0,017182
0,200	0,135025	0,094787	0,060819	0,041910	0,034220	0,030702	0,019022	0,017596
0,300	0,139454	0,098921	0,062708	0,042501	0,037069	0,031168	0,018791	0,017831
0,400	0,145302	0,106120	0,062373	0,044485	0,035662	0,030767	0,020096	0,018229
0,500	0,134790	0,104446	0,060427	0,044951	0,037434	0,032053	0,019849	0,018685
0,600	0,138183	0,098735	0,063994	0,044738	0,035734	0,030895	0,019514	0,017526
0,700	0,136936	0,097415	0,062145	0,044830	0,036762	0,031349	0,019377	0,018296
0,800	0,127654	0,091944	0,061321	0,042896	0,034574	0,029912	0,019394	0,017373
0,900	0,134297	0,094152	0,059782	0,041175	0,032625	0,028179	0,017595	0,016797

Bu tez çalışmasında önerilen çapraz modeli Uludağ düzeltmesi ile hesaplanan yanlışlık ve RMSE değerlerinin klasik yaklaşımdan hesaplanan mutlak değerlerden farkı sunulmuştur. Tablo 4.13 ile yanlışlık sonuçları ve Tablo 4.14 ile RMSE sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.13. Çapraz modeli Uludağ düzeltmesinin klasik yaklaşımdan hesaplanan mutlak fark için yanlışlık sonuçları*

P	n=50	n=100	n=250	n=500	n=750	n=1000	n=2500	n=3000
0,001	-0,000301	-0,000153	-0,000062	-0,000031	-0,000020	-0,000016	-0,000006	-0,000006
0,005	-0,000301	0,000153	0,000062	-0,000031	0,000020	-0,000016	0,000006	-0,000006
0,010	-0,000301	0,000153	0,000062	0,000031	-0,000021	-0,000016	0,000006	-0,000006
0,050	0,000303	0,000155	-0,000063	0,000031	0,000021	0,000016	-0,000006	0,000005
0,100	0,000304	0,000155	0,000063	-0,000031	-0,000021	-0,000016	0,000006	0,000006
0,200	-0,000292	0,000149	0,000060	-0,000030	0,000020	0,000015	0,000006	0,000005
0,300	-0,000271	-0,000138	0,000056	0,000028	-0,000019	-0,000014	0,000006	-0,000004
0,400	0,000241	0,000122	0,000049	-0,000025	-0,000017	0,000012	0,000005	0,000004
0,500	0,000205	0,000103	0,000042	-0,000021	0,000014	-0,000010	0,000005	0,000004
0,600	-0,000163	0,000082	-0,000033	0,000017	-0,000011	-0,000008	-0,000003	0,000003
0,700	-0,000120	-0,000059	-0,000024	0,000012	-0,000008	0,000006	0,000002	0,000002
0,800	0,000080	0,000039	-0,000015	-0,000008	-0,000005	0,000004	-0,000002	0,000001
0,900	0,000040	0,000019	-0,000007	-0,000004	0,000099	0,003830	-0,000972	0,000688

* Tabloda farkları elde etmek için $(|MCW|-|CW|)$ kullanılmıştır.

Tabloda örneklem büyüklüğü arttıkça iki yöntemde yanlışlık için yakın sonuçlar elde edilmiştir. Negatif farklara bakıldığında çoğunlukla önerilen çapraz modeli Uludağ düzeltmesi daha iyi performans göstermiştir.

Tablo 4.14. Çapraz modeli Uludağ düzeltmesinin klasik yaklaşımdan hesaplanan mutlak fark için RMSE sonuçları*

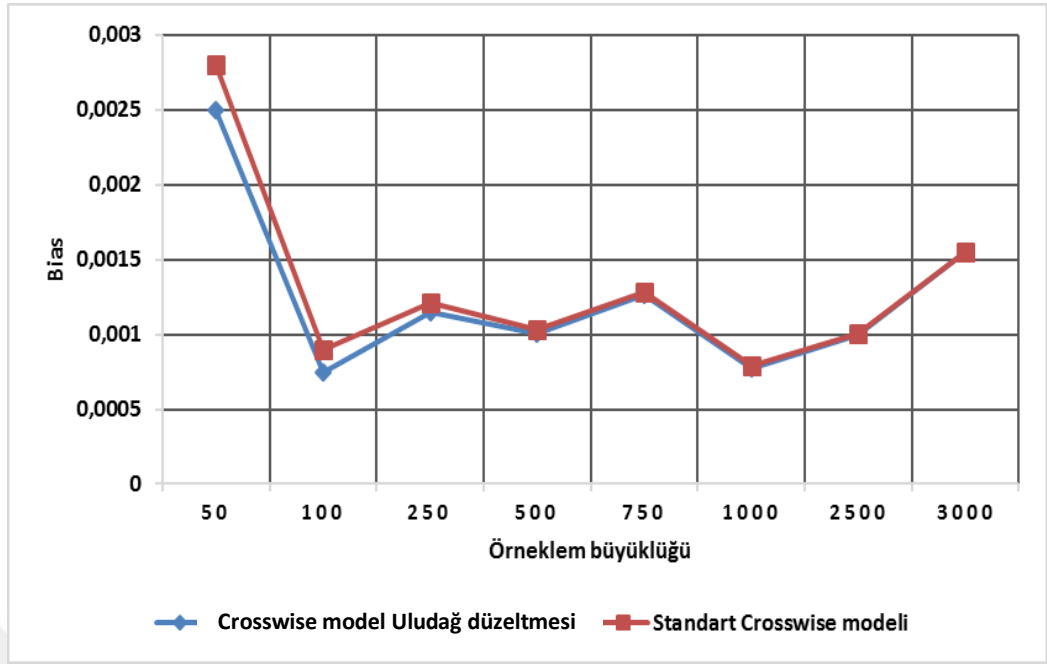
P	n=50	n=100	n=250	n=500	n=750	n=1000	n=2500	n=3000
0,001	-0,000018	-0,000006	-0,000003	-0,000002	-0,000001	0,000000	0,000000	-0,000001
0,005	-0,000032	0,000000	-0,000001	-0,000001	0,000000	-0,000001	0,000000	0,000000
0,010	-0,000018	0,000001	0,000003	0,000001	-0,000001	-0,000001	0,000000	0,000000
0,050	0,000010	0,000004	-0,000003	0,000002	0,000001	0,000001	0,000000	0,000001
0,100	0,000021	0,000005	0,000003	-0,000001	-0,000001	-0,000001	0,000000	0,000000
0,200	0,000017	0,000009	0,000002	-0,000001	0,000001	0,000002	0,000001	0,000000
0,300	0,000032	0,000011	0,000004	0,000004	0,000000	0,000000	0,000000	-0,000001
0,400	0,000052	0,000022	0,000007	0,000001	-0,000001	0,000001	0,000000	0,000000
0,500	0,000055	0,000022	0,000007	0,000002	0,000002	0,000000	0,000001	0,000000
0,600	0,000058	0,000021	0,000004	0,000002	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000
0,700	0,000056	0,000019	0,000005	0,000003	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000
0,800	0,000055	0,000020	0,000005	0,000002	0,000001	0,000001	0,000000	0,000000
0,900	0,000049	0,000018	0,000004	0,000002	0,032625	0,028179	0,017595	0,016797

*Tabloda farkları elde etmek için (MCW-CW) kullanılmıştır.

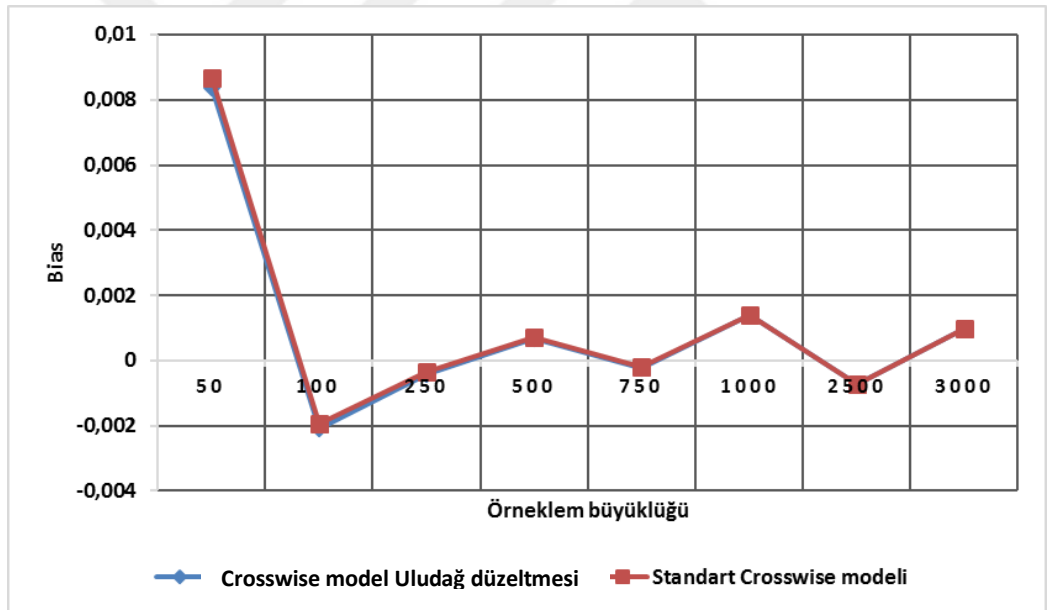
Tabloda örneklem büyüklüğü arttıkça iki yöntemde RMSE için yakın sonuçlar elde edilmiştir. Negatif farklara bakıldığında anakütlede hassas soru yaygınlığı düşük olduğu durumlarda önerilen çapraz modeli Uludağ düzeltmesi daha iyi performans göstermiştir.

4.10. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesi için fark grafikleri

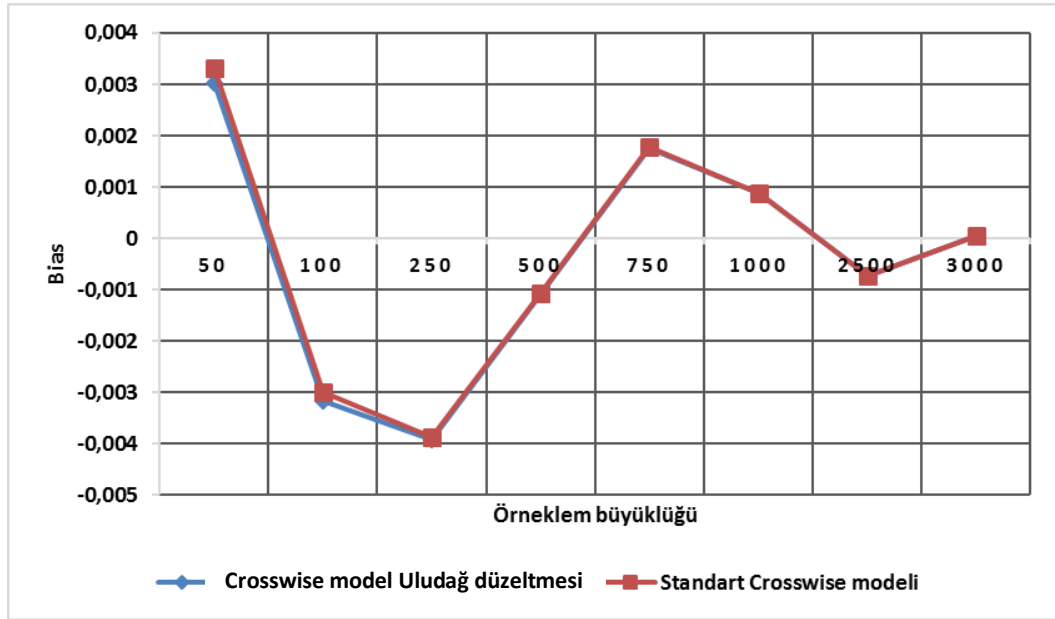
Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesi karşılaştırmak amacıyla yanlılık grafikleri farklı parametreler için (0,001; 0,005; 0,010; 0,050; 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80 ve 0,90) (Grafik 4.92 – 4.104) ile sunulmuştur.



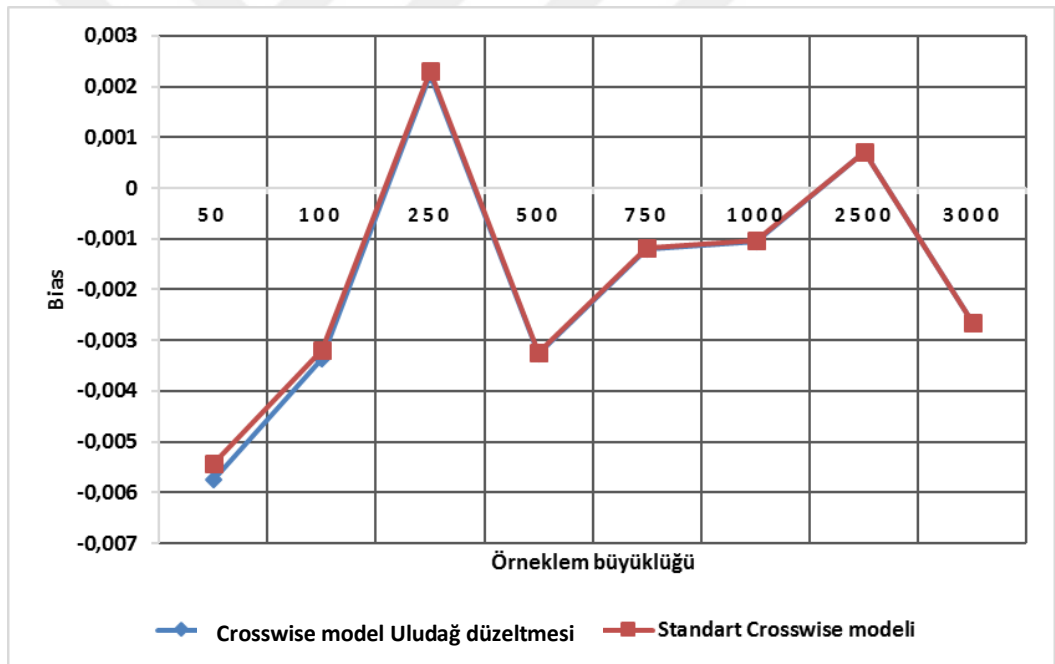
Şekil 4.92. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,001$ karşılaştırma grafiği



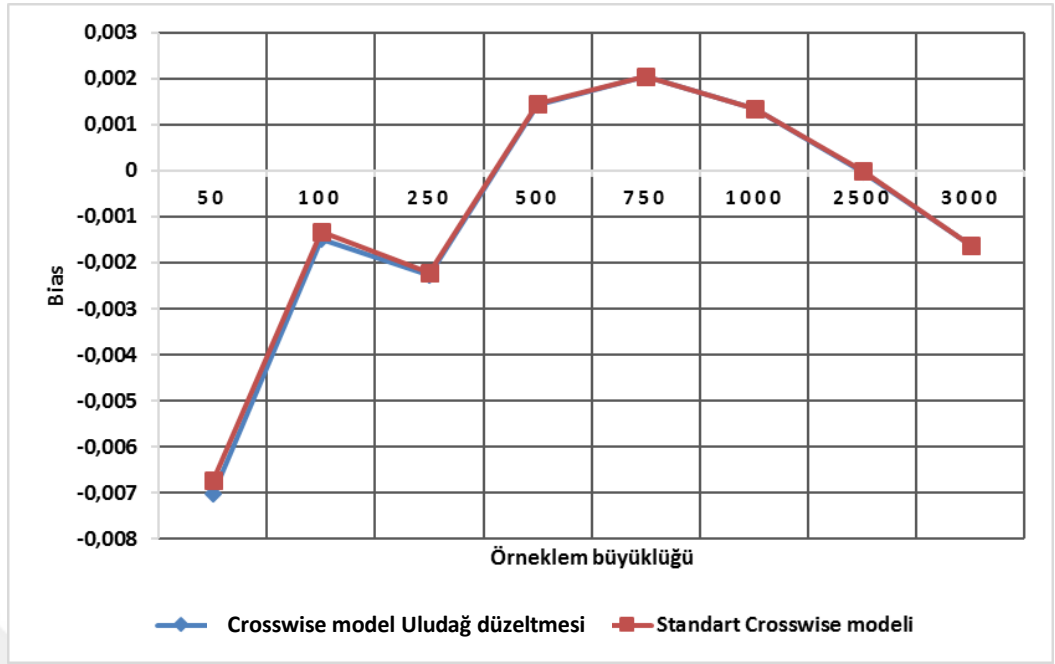
Şekil 4.93. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,005$ karşılaştırma grafiği



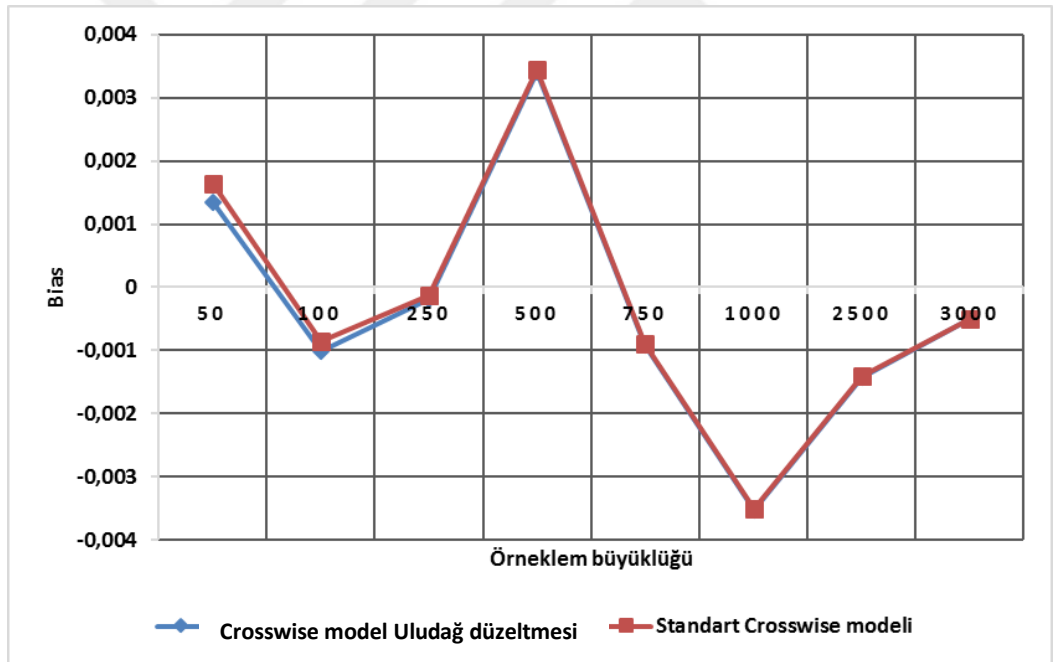
Şekil 4.94. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,01$ karşılaştırma grafiği



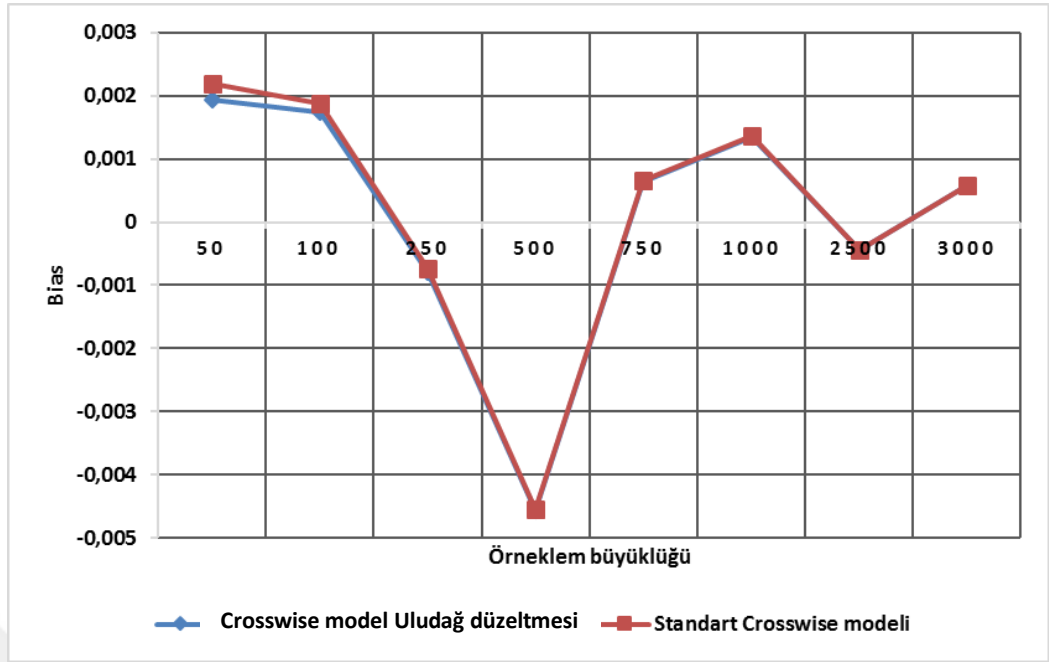
Şekil 4.95. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,05$ karşılaştırma grafiği



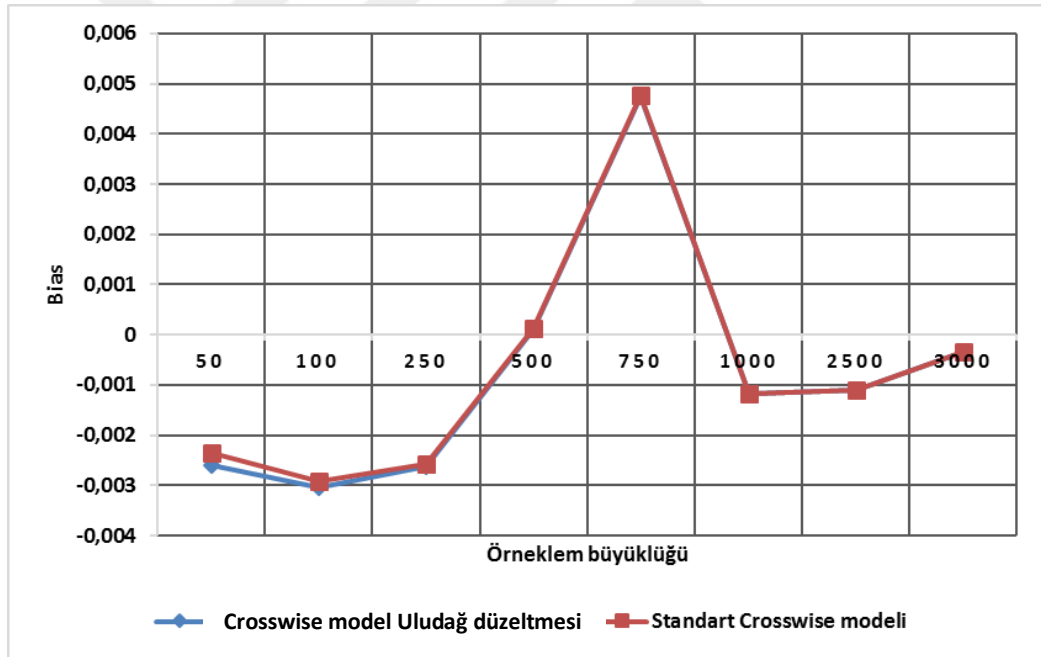
Şekil 4.96. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,1$ karşılaştırma grafiği



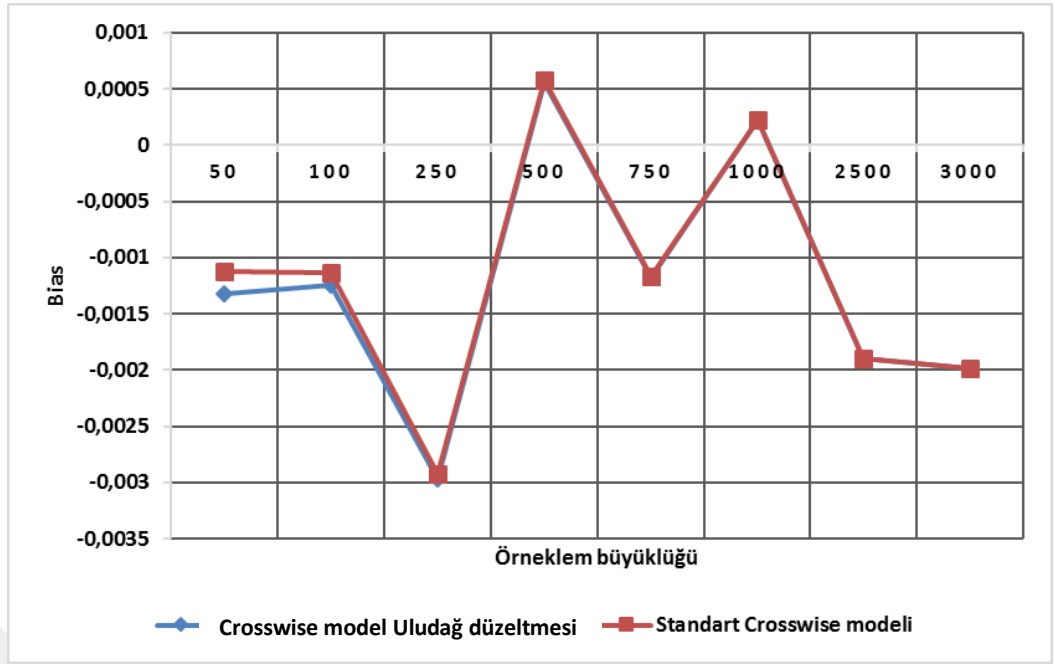
Şekil 4.97. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,2$ karşılaştırma grafiği



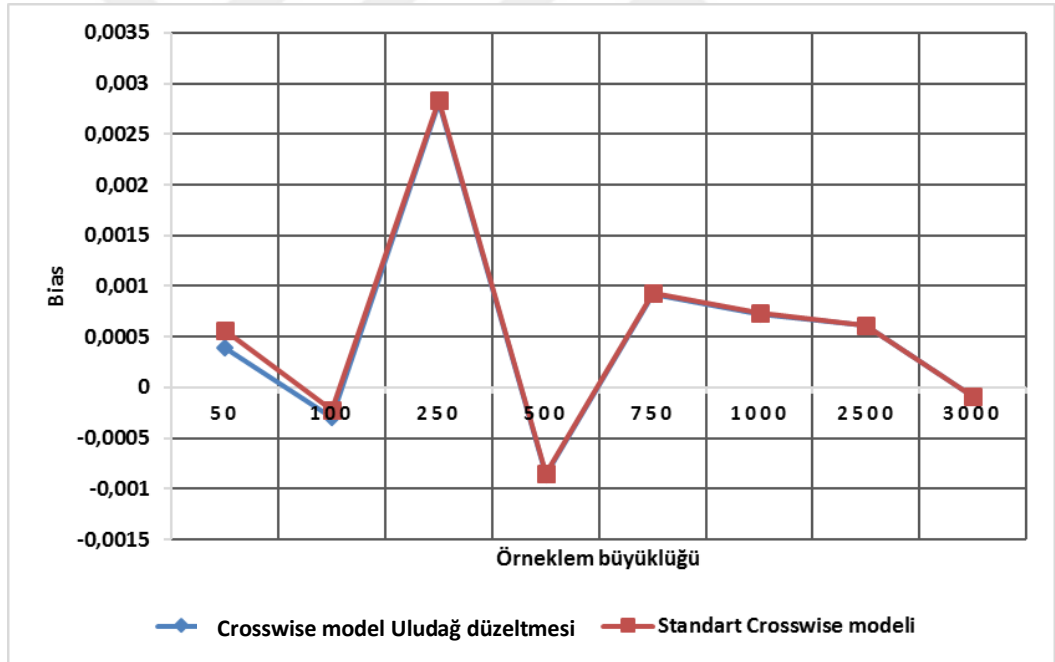
Şekil 4.98. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,3$ karşılaştırma grafiği



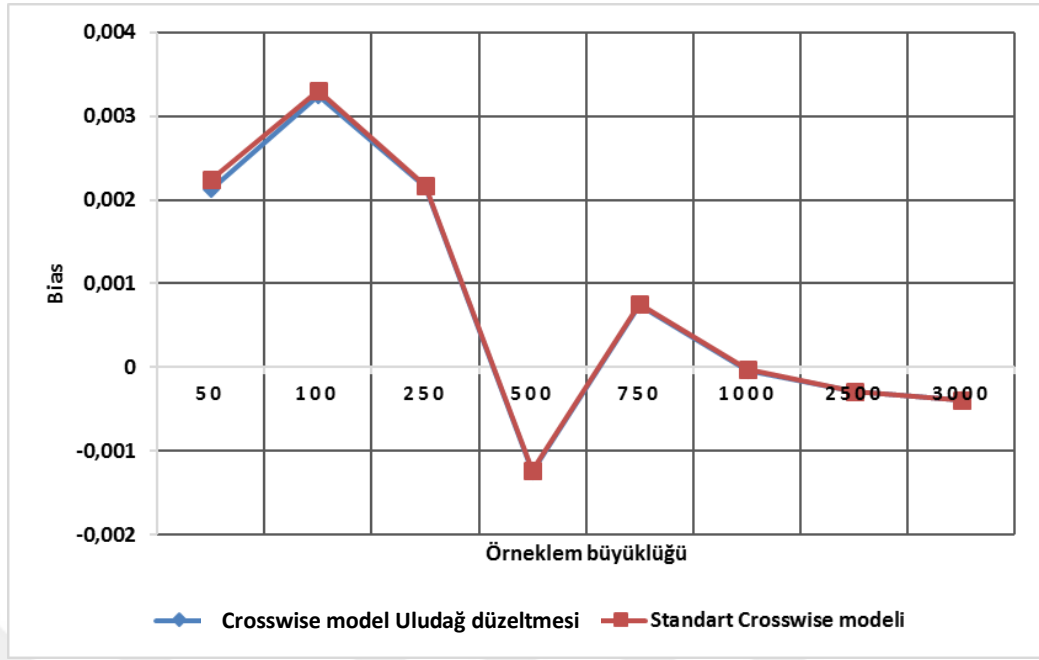
Şekil 4.99. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,4$ karşılaştırma grafiği



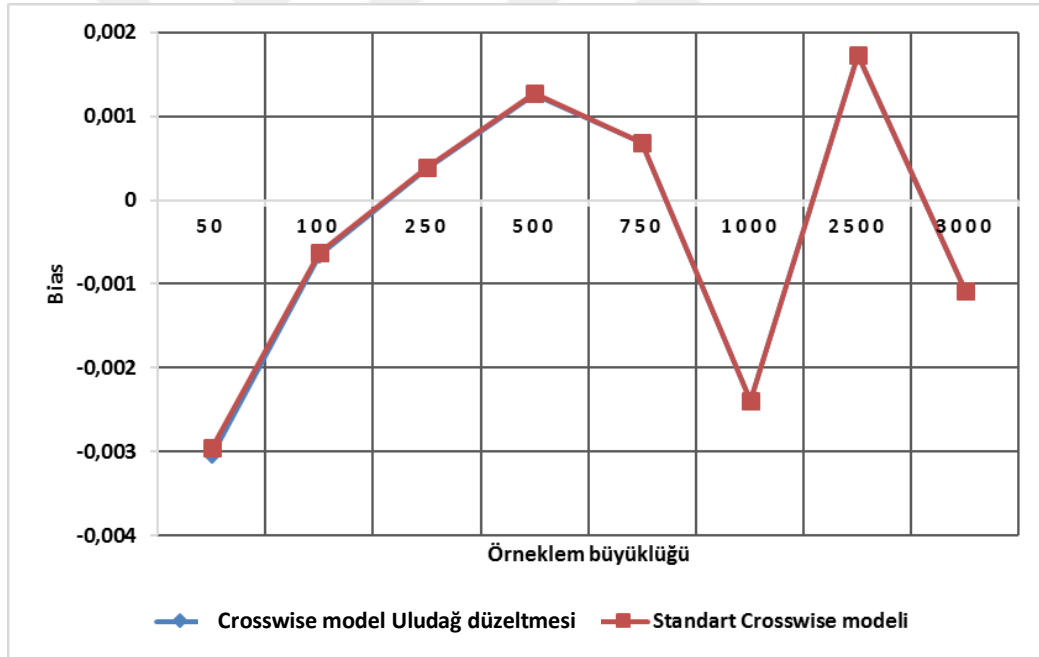
Şekil 4.100. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,5$ karşılaştırma grafiği



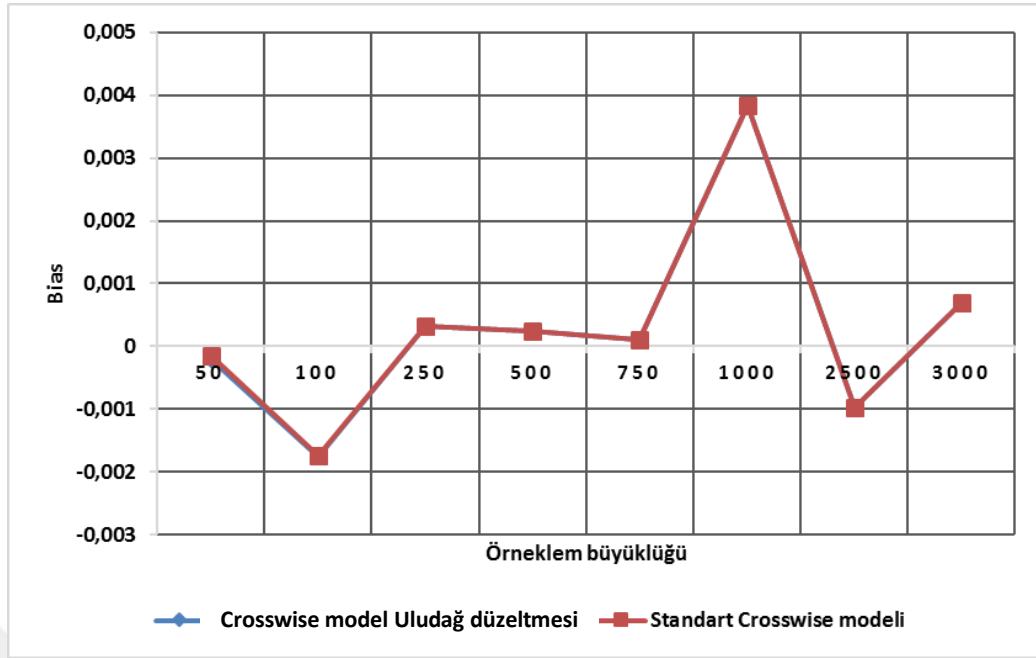
Şekil 4.101. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,6$ karşılaştırma grafiği



Şekil 4.102. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,7$ karşılaştırma grafiği

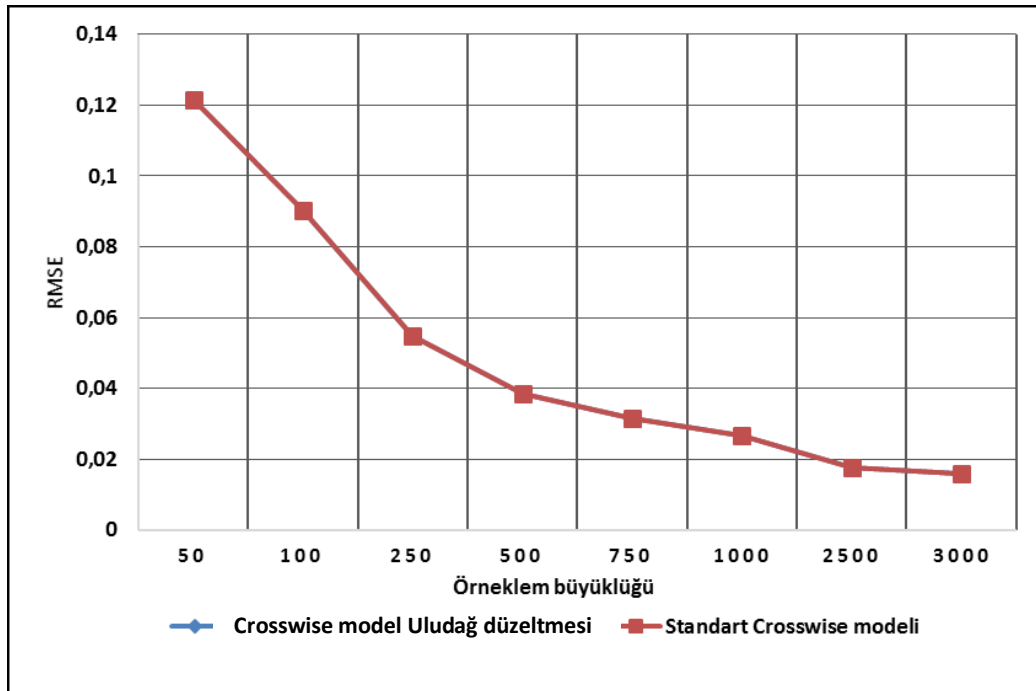


Şekil 4.103. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,8$ karşılaştırma grafiği

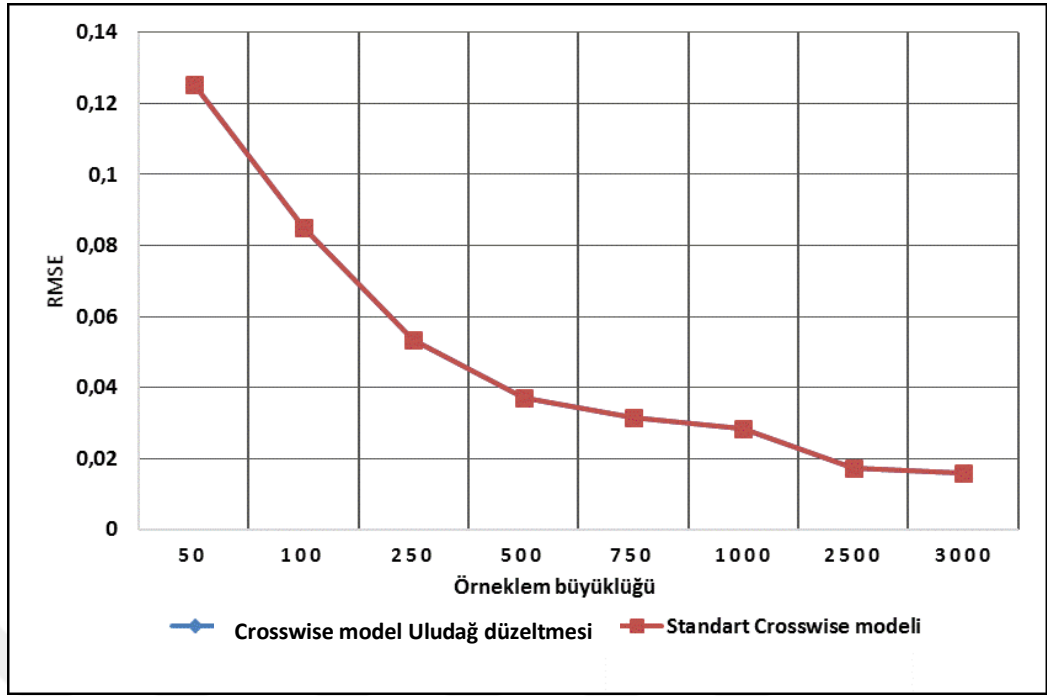


Şekil 4.104. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,9$ karşılaştırma grafiği

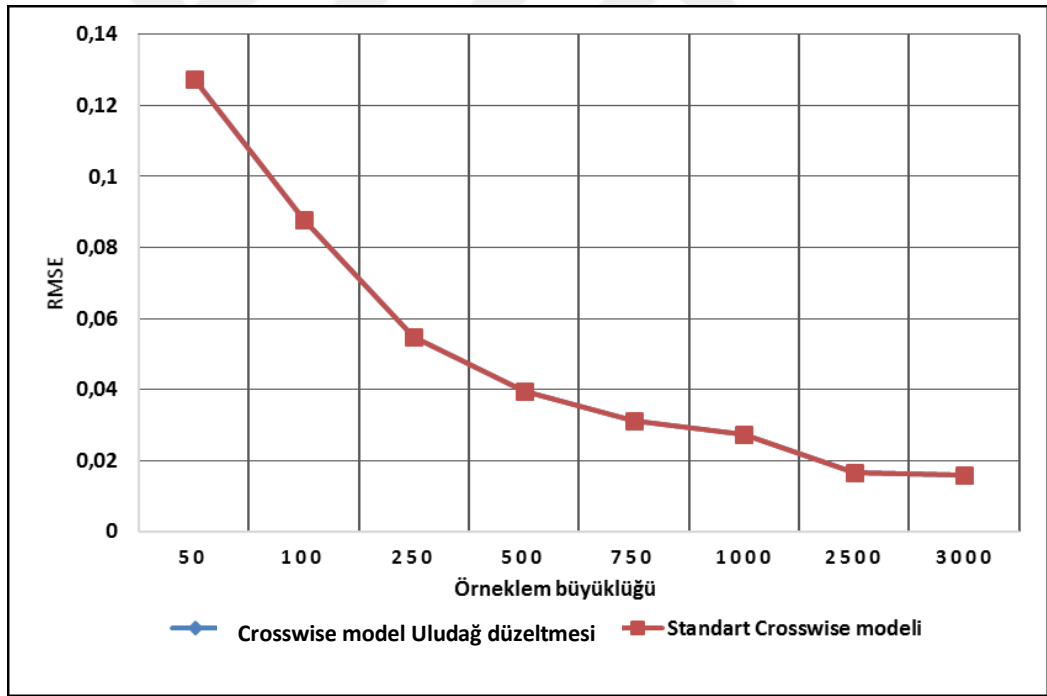
Standart çapraz modeli ve çapraz modeli Uludağ düzeltmesini karşılaştırmak amacıyla RMSE grafikleri farklı parametreler için (0,001; 0,005; 0,010; 0,050; 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80 ve 0,90) (Grafik 4.105 – 4.117) ile sunulmuştur.



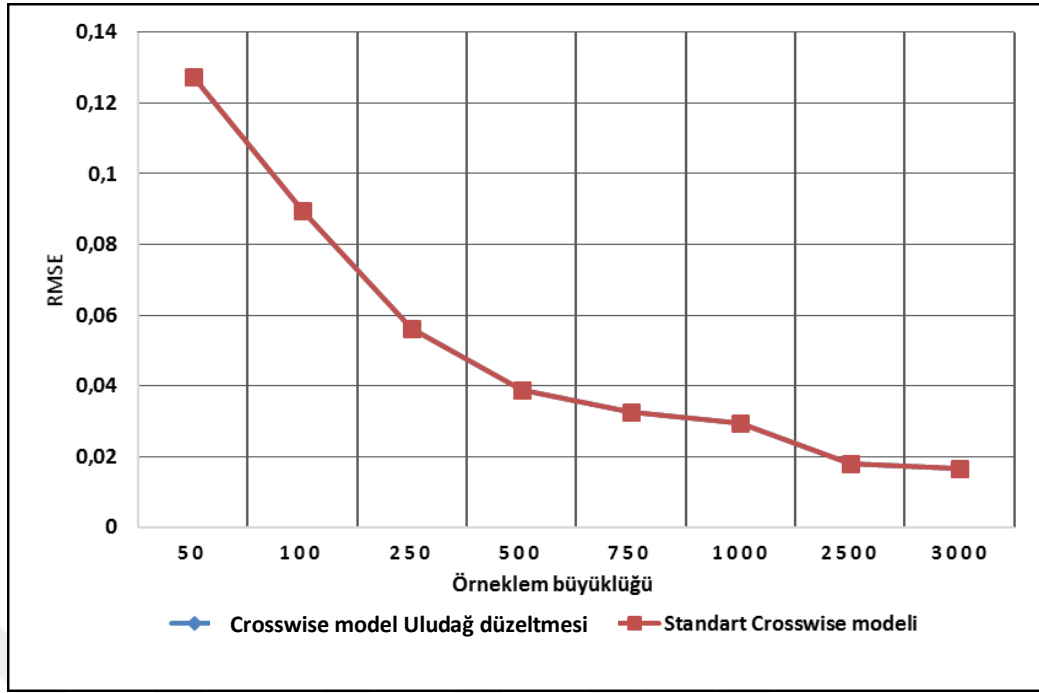
Şekil 4.105. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,001$ karşılaştırma grafiği



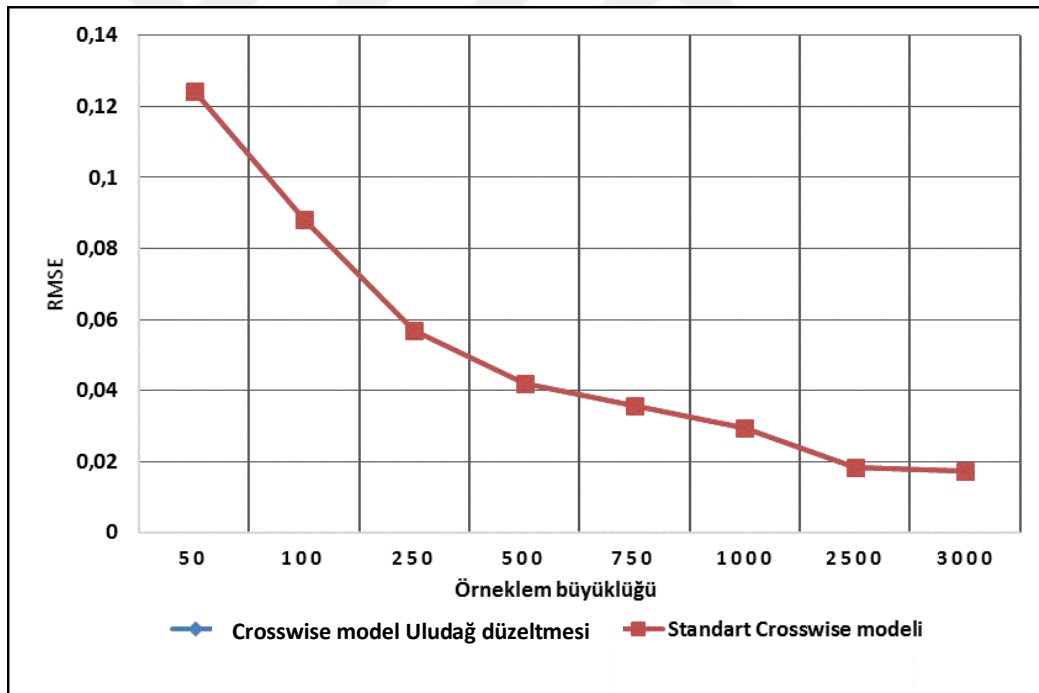
Şekil 4.106. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,005$ karşılaştırma grafiği



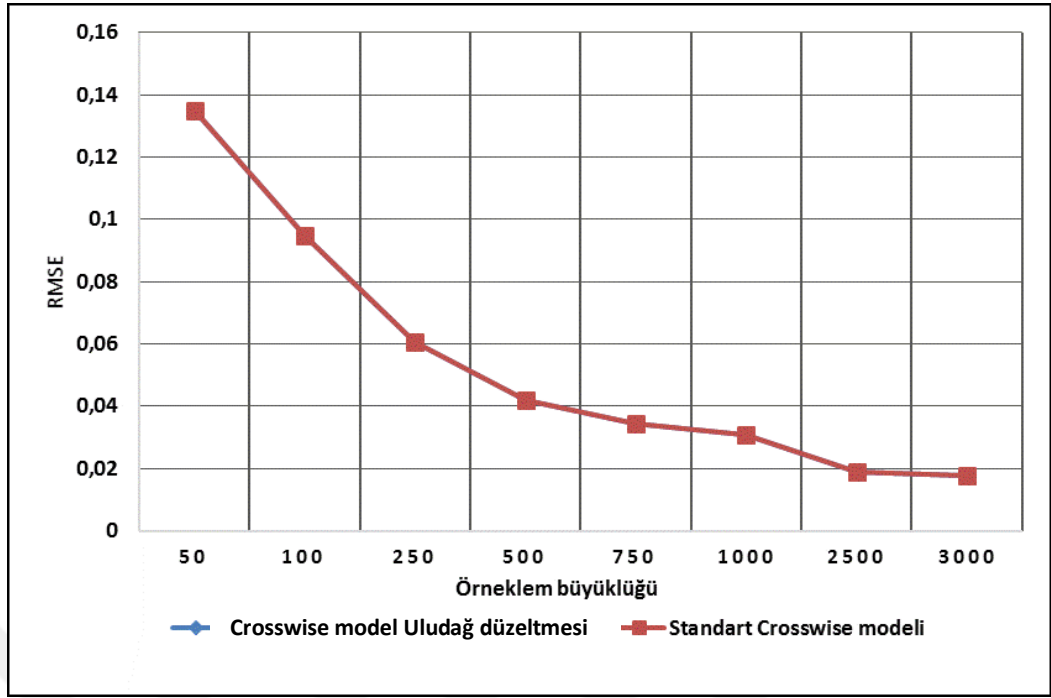
Şekil 4.107. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,01$ karşılaştırma grafiği



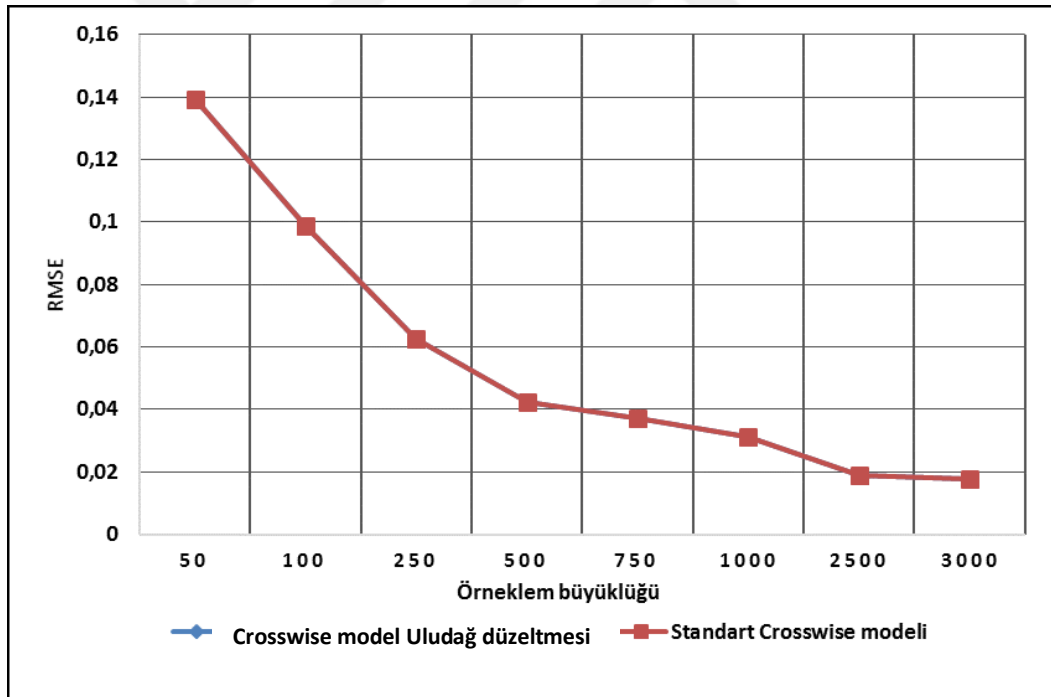
Şekil 4.108. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,05$ karşılaştırma grafiği



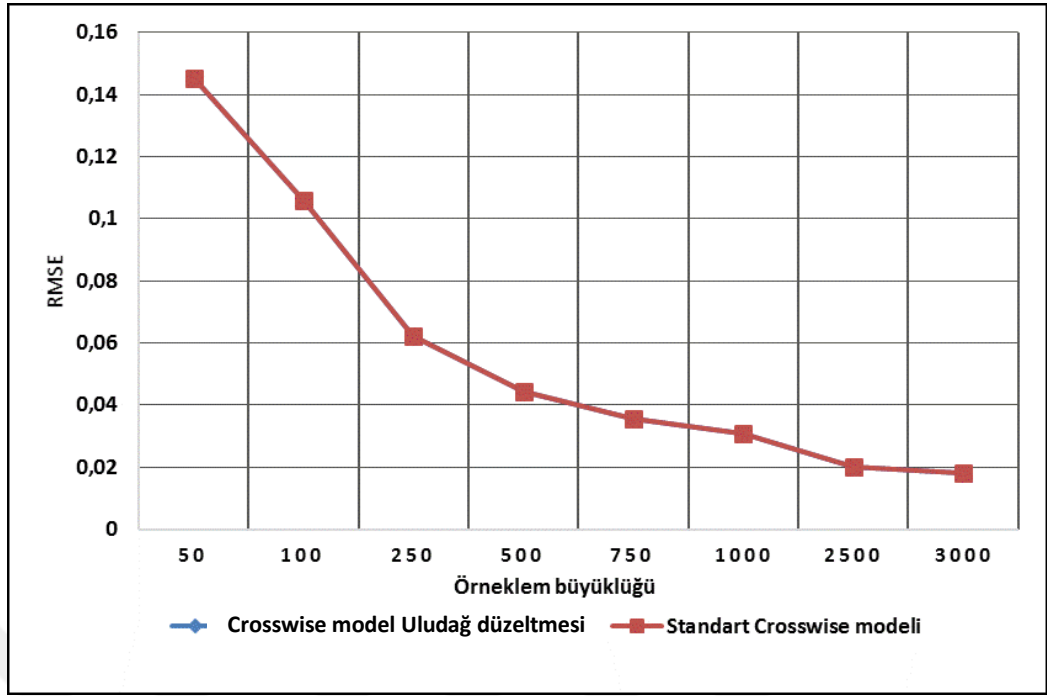
Şekil 4.109. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,1$ karşılaştırma grafiği



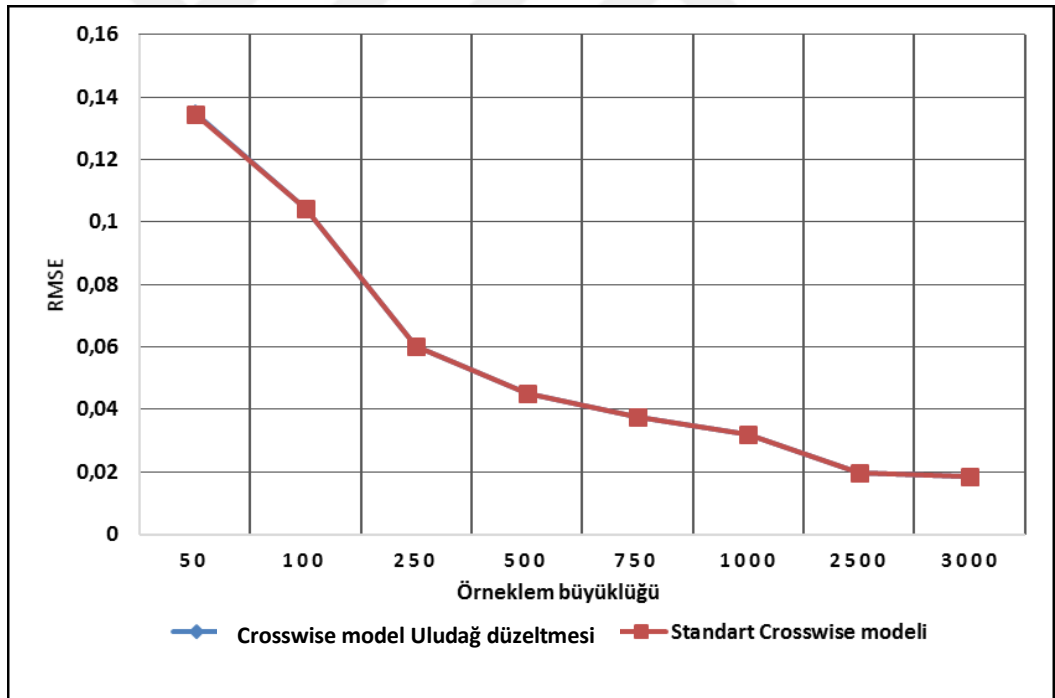
Şekil 4.110. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,2$ karşılaştırma grafiği



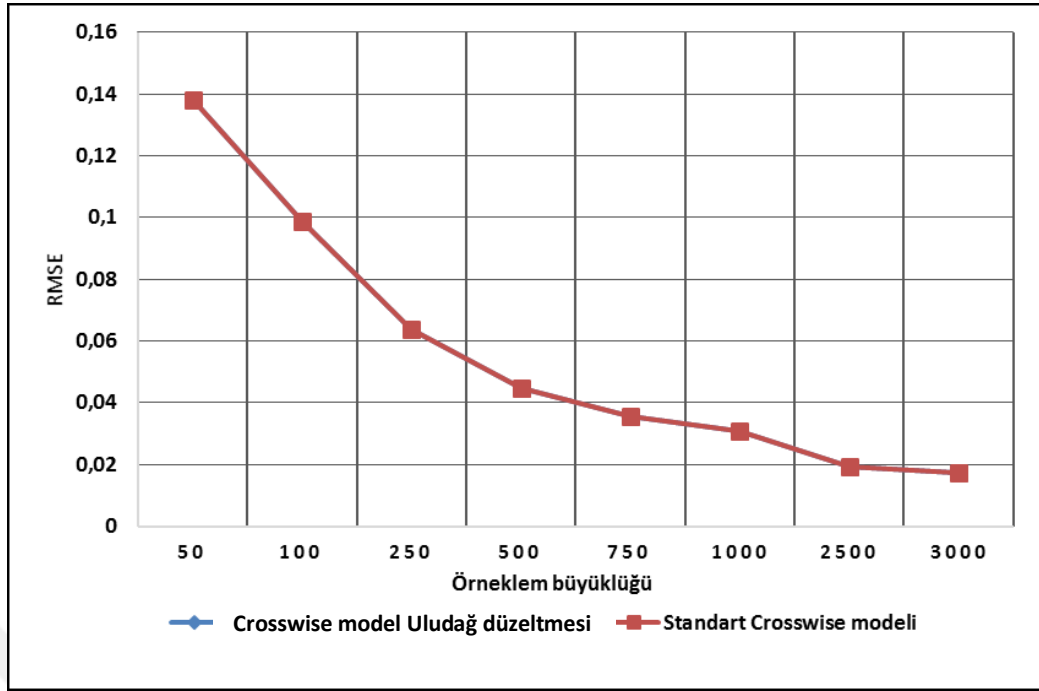
Şekil 4.111. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,3$ karşılaştırma grafiği



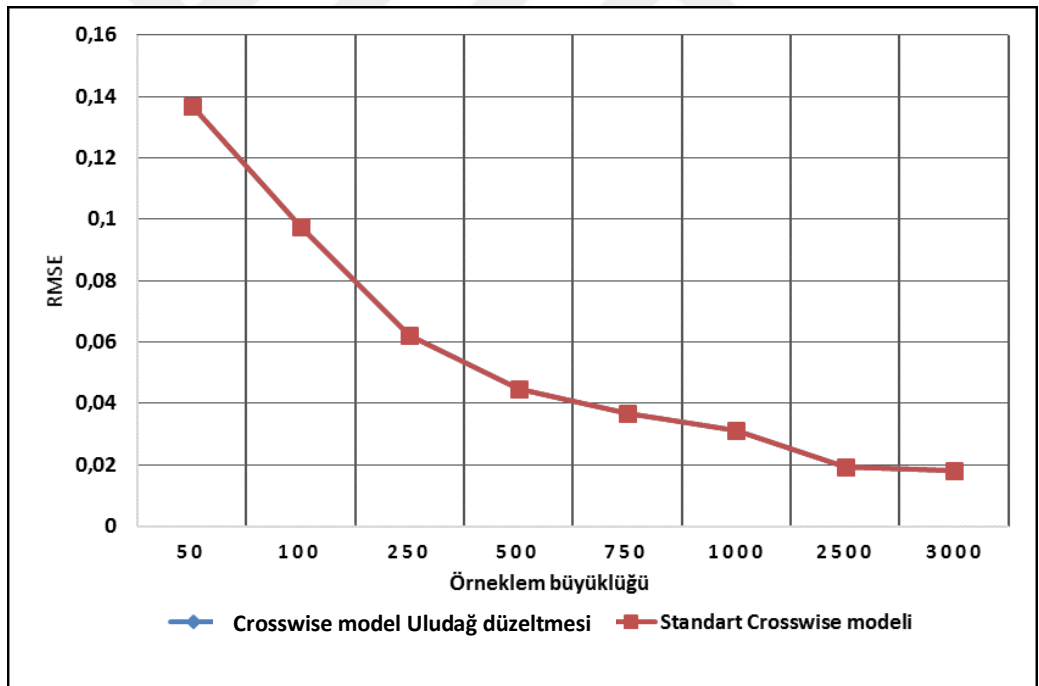
Şekil 4.112. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,4$ karşılaştırma grafiği



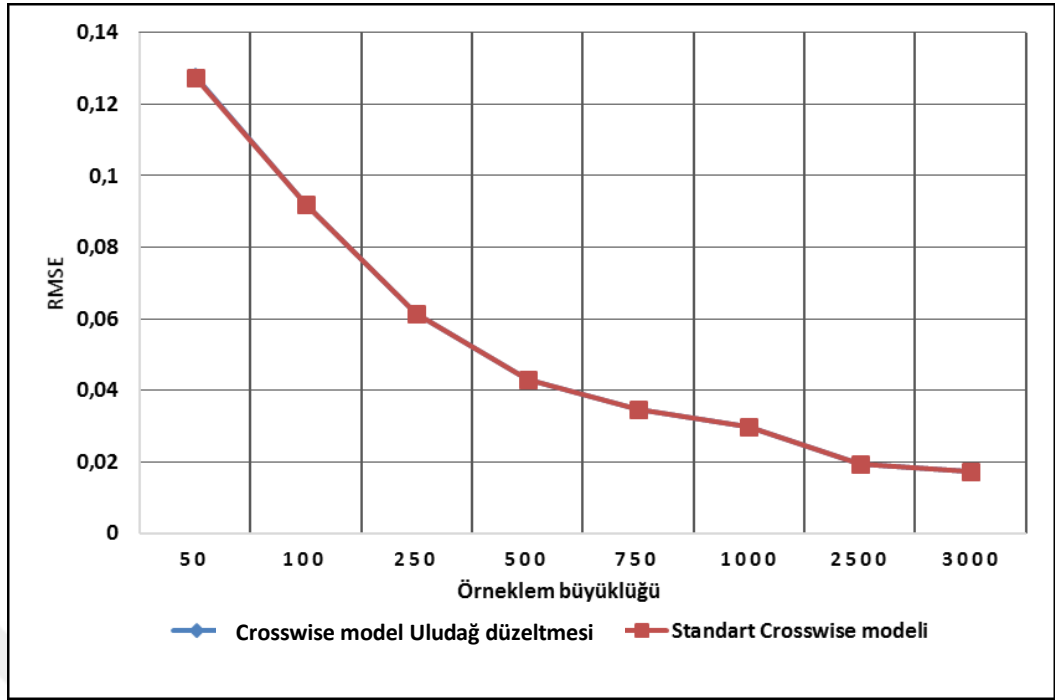
Şekil 4.113. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,5$ karşılaştırma grafiği



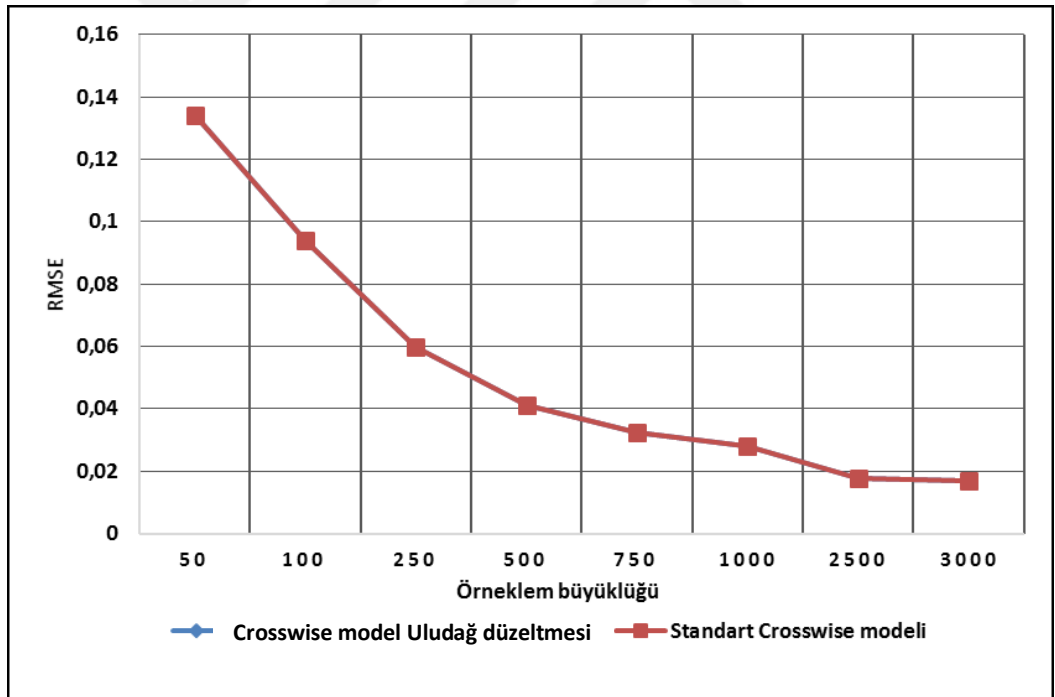
Şekil 4.114. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,6$ karşılaştırma grafiği



Şekil 4.115. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,7$ karşılaştırma grafiği



Şekil 4.116. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,8$ karşılaştırma grafiği



Şekil 4.117. Standart çapraz modeli ve Uludağ düzeltmesine ait $P=0,9$ karşılaştırma grafiği

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Tıbbi, psikolojik ve sosyolojik araştırmalarda yoğunlukla hassas konular veya son derece kişisel sorular sorulur. Hassas sorular üzerine anket araştırması, katılımcıların genellikle doğru cevap vermemesi veya tamamen cevap vermeyi reddetmesi nedeniyle zordur. Katılımcıların, sosyal olarak istenmeyen bir özelliğe sahip olduklarını açıklamak istemedikleri görülmektedir (Barnett, 1998). Katılımcılara hassas sorular sorulduğunda, anket araştırmasının sosyal tercih edilebilirlik yanlılığından etkilendiği yaygın olarak kabul edilmektedir. Bu doğrultuda sıradan bir gizlilik güvencesinin olması durumunda, ankete katılma isteğinin artmasına yol açmadığı görülmektedir (Singer ve ark., 1995 ; Singer ve Hippler, 1992). Sosyal tercih edilebilirlik yanlılığı, katılımcılar ankete katılmayı reddettiklerinde veya gerçek dışı cevaplar verdiklerinde ortaya çıkan bir tür ölçüm hatasıdır. Hassas sorular birçok önemli araştırma sorununun merkezinde yer aldığından dolayı, bu tür yanlılıkları azaltan soru veya anket tekniklerinin geliştirilmesi, büyük önem taşımaktadır. Literatürde sosyal tercih edilebilirlik yanlılığı gibi ölçüm hatalarını azaltmayı ve katılımcıların yanıtlarının güvenilirliğini artırmayı amaçlayan farklı yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler dolaylı soru sorma teknikleri kullanımıyla, tahminlerin etkinliği yükseltmek için sosyal tercih edilebilirlik yanlılığı sorununu azaltmayı hedeflemektedir (Philips ve Clancy, 1972).

Randomize cevap yöntemi, aday yöntemi, eşsiz-sayım yöntemi, gruplandırılmış cevap yöntemi ve çapraz modeli literatürde yaygın olarak yer alan ve tercih edilen hassas konulara yönelik soru yöntemleridir. Hassas konular ile ilgili soru yöntemlerinin bazıları birçok araştırmada referans alınmış iken, bazıları ise özel bir konu için geliştirildiğinden dolayı atıf alamamıştır. Hassas konulara yönelik soru yöntemlerinin performansının karşılaştırma çalışmaları literatürde sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Bu nedenle tez çalışmasında hassas soru yöntemlerinin performansı karşılaştırılmıştır. Ayrıca bu tez çalışmasında, hassas

sorular ile ilgi sıklıkla kullanılan çapraz yöntemi için Uludağ düzeltmesi olarak isimlendirdiğimiz düzeltme önerilmiştir.

Randomize cevap yöntemi çeşitli hassas konularda uygulanmıştır. Bu yöntemin kullanım örnekleri olarak, yasadışı kürtaj için Vieira (2009) çalışması; sosyal güvenlik dolandırıcılığı için Böckenholt ve Vander Heijden (2007) çalışması ve yasadışı uyuşturucu kullanımı için Simon ve ark. (2006) çalışması verilebilir. İlegal avlanma için de, Blank ve Gavin (2009) çalışmasında uygulanmıştır. Randomize cevap yönteminin okuryazarlık seviyesinin düşük olduğu kişiler tarafından da rahatlıkla kullanılabileceğini gösteren çalışmalar literatürde bulunmaktadır (Razafimanahaka ve ark., 2012; Solomon ve ark., 2007). Bu yöntemde rasgele bir cihazın kullanım nedeniyle ek bir değişkenlik kaynağı olmasından dolayı büyük örneklem boyutları gerektirir (Lensvelt-Mulders ve ark. 2005). Randomize cevap yöntemi popülerliğine rağmen, (i) tekrarlanabilirlik eksikliği; (ii) görüşülen kişilerden güven eksikliği; (iii) randomize edici cihazların kullanılması nedeniyle daha yüksek maliyet ve (iv) dar uygulama alanları nedeniyle eleştirilmektedir (Höglinger ve ark., 2016).

Tez çalışmasında randomize cevap yönteminin performansı değerlendirildiğinde, örneklem büyüklüğü arttıkça anakütle parametresine daha yakın tahminler elde edilmiştir. Başka bir deyişle anakütlerde hassas soru yaygınlığına bakmaksızın randomize cevap yöntemini her zaman yakın tahminler sunmuştur. Bu yöntemde yüksek örneklem büyüklüklerinde ($n > 500$) genellikle anakütle parametresinden düşük değerler elde edilirken, küçük örneklem büyüklüklerinde genellikle anakütle parametresinden yüksek değerler elde edilmiştir. Randomize cevap yönteminin performansına yönelik çalışmalar literatürde bulunmamıştır.

Aday yöntemi, Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Uyuşturucu Bağımlılığı Enstitüsü'nün sözleşmesiyle eroin kullanımı çalışması için geliştirildi. Bu yöntem, Amerikan Ulusal Araştırması'nda eroin kullanımını araştırmak için üç kez kullanıldı. Her seferinde Aday yöntemi, anonim olarak kendi başına doldurulan anket verilerine kıyasla, eroin kullanımının yüksek yaygınlığını gösterdiği görülmüştür. Bu yöntemin en önemli avantajı kullanımı kolay olmasıdır (Miller JD, 1985).

Tez çalışmasında aday yönteminin performansı değerlendirildiğinde, anakütle parametresi düşük olduğu durumlarda daha yakın tahminler elde edilmiştir. Bu yöntemde her zaman anakütle parametresinden yüksek değerler vermiştir. Bu yöntemin performansı prevelansın yüksek olduğu popülasyonlarda düşmüştür. Bu nedenle aday yönteminin performansı prevelansı düşük tahmin ettiğimiz popülasyonlarda diğer yöntemlerden daha iyidir. Ayrıca, Aday yöntemi ile her zaman anakütle parametresine göre yüksek tahminler vermektedir. Miller (1985)de aday yönteminin anakütle parametresinden yüksek sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Eşsiz-Sayım yöntemi son 30 yılda cinsel risk davranışları (Hubbard ve ark., 1989), tehlikeli sürüş (Sheppard ve Earleywine, 2013), ırkçı önyargı (Blair ve Imai, 2012) ve yasadışı avlar (Nuno ve ark., 2013) için kullanılmıştır. Eşsiz sayım yönteminde hassas davranışların yaygınlığını tahmin etmek için, doğrudan sorulan anketlerden daha etkili olduğuna dair bazı araştırmalar bulunmaktadır (Sheppard ve Earleywine, 2013; Tsuchiya ve ark., 2007). Eşsiz sayım yöntemi, randomize cevap yönteminden daha az zahmetli ve anlaşılması daha kolay olduğu bildirilmiştir. Ancak eşsiz sayım yönteminin nadir davranışlarda uygulamasında, verinin yüksek standart hatalara sahip olması bir olumsuzluktur. Eşsiz sayım yönteminde, herhangi bir randomizasyon cihazına gerek duyulmaması nedeniyle randomize cevap yöntemine göre önemli bir avantaja sahiptir. Bu durum, muhtemelen eşsiz sayım yönteminin güvenini arttırmakta ve daha kısa zamanda uygulama imkânı sağlamaktadır. Uygulamada anlaşılma sorunları nedeniyle daha eğitimli katılımcılarla yapılacak araştırmalarda kullanması önerilmektedir. Eşsiz sayım yönteminde daha kesin tahminler elde etmek için büyük örneklemeler gerekir (Tsuchiya ve ark., 2007).

Tez çalışmasında eşsiz-Sayım yönteminin performansı değerlendirildiğinde, örneklem büyüklüğü arttıkça daha yakın tahminler elde edilmiştir. Tsuchiya ve ark.(2007) da eşsiz sayım yönteminde daha kesin tahminler elde etmek için büyük örneklemeler gerektiğini belirtmişler. Bu yöntem küçük örneklemelerde parametre tahmininde iyi bir performans göstermemektedir. Eşsiz-Sayım yönteminde (50, 100, 250 ve 500) örneklem büyüklüklerinde genellikle anakütle parametresinden düşük değerler elde edilirken, daha büyük örneklemelerde anakütle parametresinden yüksek değerler elde edilmiştir.

Gruplandırılmış cevap yöntemi 1998-1999'da tanıtıldı ve ilk test sonuçlarını sunuldu. Bu testler yabancı doğumlu İspanyol çiftçilerle 81 anket görüşmesi içeriyordu. Anketler ABD'de yasadışı olarak bulunması muhtemel olanlara odaklandı. Bu saha testlerinin sonuçlarına dayanarak, ABD Hükümeti Mali Sorumluluk Ofisi (GAO) gruplandırılmış cevap yöntemini daha fazla değerlendirmek ve geliştirmek için araştırma yapmasını önerdi (Davis ve Smith, 2005). GAO'nun tavsiyesine yanıt olarak, Sayım Bürosu 2004 Genel Sosyal Anketine (GSS) bir soru modülü eklemiştir. önerilen modül ABD'de ikamet eden yabancı doğumlu kişilerin göçmenlik durumu hakkında bilgi toplamak için gruplandırılmış cevap yöntemini kullanarak federal kurumların fizibilitesi hakkında ayrıntılı bir rapora dahil edilmiştir (Davis ve Smith, 2005).

Tez çalışmasında gruplandırılmış cevap yönteminin performansı değerlendirildiğinde, örneklem büyüklüğü arttıkça daha yakın tahminler elde edilmiştir. Bu yöntemde (50, 100, 250 ve 500) örneklem büyüklüklerinde genellikle anakütle parametresinden düşük değerler elde edilirken, daha büyük örneklemelerde anakütle parametresinden yüksek değerler elde edilmiştir. Gruplandırılmış cevap yönteminde örneklem büyüklüğü özellikle 250'den düşük durumlar için iyi bir performans sergilememektedir. Gruplandırılmış cevap yönteminin performansına yönelik çalışmalar literatürde bulunmamıştır.

Çapraz modeli ile doğrudan bir sorgulama prosedürünü karşılaştıran çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre bu yöntem doğrudan sorulan sorulara göre daha yüksek yaygınlık tahminini vermiştir (Coutts ve ark., 2011; Jann ve ark., 2012). Yakın zamanda yayınlanan iki çalışmada ise, doğrudan soru sorma kontrol grubu olmadan çapraz yöntemi uygulanmıştır (Eslami ve ark., 2013; Vakilian, ve ark., 2014). Küçük ve orta ölçekli Sırp firmalarında vergi kaçakçılığı insidansı değerlendirilirken, Kundt ve ark. (2013) çapraz yöntemini kullanırken doğrudan raporlamalardan daha yüksek yaygınlık tahminleri elde etti. Sporcularda anabolik steroid kullanımının yaygınlığının, Nakhaee ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada doğrudan bir soru yerine çapraz yöntemi kullanıldığında iki kattan fazla olduğu tahmin edilmektedir. Jann ve ark. (2012) bu nedenle mevcut araştırma grubunu çapraz yöntemin sosyal tercih edilebilirlik yanlılığının azaltmada başarılı olduğunu göstererek değerlendirmiştir.

Tez çalışmasında çapraz yöntemin performansı değerlendirildiğinde, diğer yöntemlerde olduğu gibi örneklem büyüklüğü arttıkça daha yakın tahminler elde edilmiştir. Bu yöntemde genellikle anakütle parametresinden düşük tahminler elde edilmiştir. Çapraz yönteminin performansı küçük örneklem büyüklüğü ve yüksek anakütle parametresine sahip popülasyonlarda düşmüştür. Çapraz modelin performansına yönelik çalışmalar literatürde bulunmamıştır.

Literatürde bazı hassas soru yöntemlerinin karşılaştırması yapılmıştır. İlk olarak randomize cevap yöntemi, hassas soruları doğrudan sorma ile karşılaştırılmıştır (Solomon ve ark., 2007). Aday yöntemin ise randomize cevap yöntemi ve doğrudan soru sorma ile karşılaştırması literatürde bulunmaktadır (St. John ve ark., 2010). Eşsiz-sayım yöntemin, Aday yöntemi gibi, randomize cevap yöntemi ve doğrudan soru sorma ile karşılaştırması literatürde bulunmaktadır (Tsuchiya ve ark., 2007; Coutts ve Jann, 2011). Gruplandırılmış cevap yöntemi herhangi bir yöntem ile karşılaştırılması yapılmamıştır. Çapraz modelin doğrudan soru sorma ile karşılaştırması yapılmıştır (Jann ve ark., 2012). Fasulye yöntemi ise doğrudan soru sorma ile karşılaştırılmıştır (Lau ve ark., 2011).

Tez çalışmasında bahsedilen yöntemler yapılan kapsamlı simülasyon planı ile karşılaştırılmıştır. Yöntemlerinin performansları örneklem büyüklüğü ve popülasyonun mevcut hassas konu yaygınlık parametresi genel ve tek yöne sapma bakımından değerlendirilmiştir.

Tez çalışmasındaki simülasyon sonuçlarına göre, anakütlerde hassas soru yaygınlığı 0,05'in altında olduğu durumlarda Aday yöntemi, örneklem büyüklüğüne bakılmaksızın, diğer yöntemlerden daha iyi performans göstermektedir. Ancak tez çalışmasından elde edilen sonuçlara göre araştırılan hassas konunun yaygınlığı arttığında bu yöntemin performansı düşmektedir. Hassas konu yaygınlığı 0,1 ve üstü olduğu durumlarda randomize cevap yöntemi diğer yöntemlerden daha iyi bir performans sergilemektedir. Eşsiz-Sayım ve gruplandırılmış cevap yöntemi karşılaştırıldığında, iki yöntem birbirine benzer değişim gösterse de Gruplandırılmış cevap yöntemi genelde daha iyi bir performans göstermiştir. Büyük örneklemelerde iki yöntemden elde edilen tahminler birbirine yakın bulunsada, küçük örneklemelerde Gruplandırılmış cevap yöntemi daha iyi performans sergilemektedir. Çapraz ve randomize cevap yöntemleri karşılaştırıldığında, çapraz

yöntemi her zaman randomize cevap yöntemine yakın tahminler ele vermiştir. Randomize cevap yöntemi bir rasgele cihazına ihtiyaç duyarken, çapraz yöntemi herhangi bir cihaz ihtiyacını kaldırmak için geliştirilmiştir.

Son zamanlarda hassas davranışların tahmini oranını elde etmek için çapraz modelinin kullanımı hızla artmaktadır. Literatürde bulunan birçok çalışma çapraz modeli yaygınlık tahminlerine gerçek değerlere yakın tahminler sunması nedeniyle önermiştir (Hoffmann ve ark., 2015; Hoffman ve Musch, 2016a; Hoffman ve Musch, 2018b). Tez çalışması ile elde edilen çapraz modelin performans değerlendirmesine bakıldığında, bu yöntem küçük örneklem büyüklüklerinde düşük performans sergilemektedir. Bu nedenle hassas konuların yaygınlık tahmini için kullanılan çapraz yöntemin düşük örneklem büyüklüğü etkisini azaltmak için tez çalışmasında bir düzeltme önerildi.

Çapraz yöntemine düzeltme yapma amacı küçük örneklemelerde daha tutarlı tahminler elde etmek amacıyla yapılmakla birlikte, düzeltme sonucunda simülasyon çalışmasında ilgilenilen hassas davranışın toplumda çok düşük prevalansta görülmesi durumunda, tez çalışmasında çapraz yöntemi için önerilen Uludağ düzeltmesi gerek anakütle parametresinden tek yönlü sapma bakımından gerekse genel sapma bakımından standart yöntemle hesaplanan tahmin değerinden daha iyi sonuçlar vermiştir.

Tez çalışması ile önerilen çapraz model için Uludağ düzeltmesi, oldukça küçük frekanslarda örneklem büyüklüğünden etkilenmeden daha iyi sonuçlar vermektedir. Bu düzeltme gerek küçük gerekse büyük örneklem büyüklüklerinde 0,01'den küçük prevalanslarda kullanılması önerilmektedir. Örneklem büyüklüğü bakımından düzeltilmiş çapraz modeli büyük örneklemelerde ($n > 1000$) 0,90 olasılığından küçük olduğu durumlarda kullanılması önerilmektedir. Başka bir deyişle, standart çapraz modelinden elde edilen tahminler ile tez çalışmasında önerilen Uludağ düzeltmesi ile edilmiş tahminlerin fark tablosuna bakıldığında, çapraz modeli Uludağ düzeltmesinin tahminleri, standart modele oldukça yakındır veya daha iyi tahminler sunmuştur.

Sonuç olarak, hassas konu araştırmalarında, randomize cevap yöntemi oldukça iyi performans sergilemesine rağmen araştırmacı için birebir görüşmeler ve bir randomize cihaz gerektirdiği için uygulaması diğer yöntemlere göre daha zor görülmektedir. Aday yöntemi ise araştırılan hassas konu yaygınlığı düşük

öngöröldüğünde kullanılması önerilir. Aday yöntemi hassas konu prevelansı yüksek olduğu durumlarda diğler yöntemlerden oldukça düşük performans sergilemiştir. Eşsiz-sayım ve gruplandırılmış cevap yöntemin benzer bir şekilde büyük örneklerde iyi bir performans göstermektedir. Çapraz model diğler yöntemlere göre oldukça iyi performans göstermektedir ve randomize cevap yönteminin aksine birebir görüşme ve randomize cihaz gerektirmemektedir. Çapraz modelin kullanımında, düşük prevelans ve küçük örneklerle ile çalışıldığı durumlarda bu tez çalışmasında önerilen çapraz modelin Uludağ düzeltmesinin kullanılması önerilir.



6. KAYNAKLAR

Bacanlı, H. (2006). Gelişim ve öğrenme. *Nobel Yayın Dağıtım*.

Barnett, J. (1998). Sensitive questions and response effects: an evaluation. *Journal of Managerial Psychology* 13: 63-76. <https://doi.org/10.1108/02683949810369138>.

Blair, G; Imai, K. (2012). Statistical analysis of list experiments. *Political Analysis* 20: 47-77. <https://doi.org/10.1093/pan/mpr048>.

Blank, S.G; Gavin, M.C. (2009). The randomized response technique as a tool for estimating non-compliance rates in fisheries: a case study of illegal red abalone (*Haliotis rufescens*) fishing in Northern California. *Environmental Conservation* 36: 112-119. <https://doi.org/10.1017/S037689290999004X>.

Böckenholt, U; VanderHeijden, P.G. (2007). Item randomized-response models for measuring noncompliance: Risk-return perceptions, social influences, and self-protective responses. *Psychometrika* 72: 245. <https://doi.org/10.1007/s11336-005-1495-y>.

Brace, Ian. (2018). Questionnaire design: How to plan, structure and write survey material for effective market research. *Kogan Page Publishers*.

Coutts, E; Jann, B. (2011). Sensitive questions in online surveys: Experimental results for the randomized response technique (RRT) and the unmatched count technique (UCT). *Sociological Methods & Research* 40: 169-193. <https://doi.org/10.1177/0049124110390768>.

Dalton, D.R; Wimbush, J.C; Daily, C.M. (1994). Using the unmatched count technique (UCT) to estimate base rates for sensitive behavior. *Personnel Psychology* 47: 817-829. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1994.tb01578.x>.

Davis, J.A; Smith, T.W. (2005). General social surveys, 1972–2004: Cumulative codebook. *National Opinion Research Center*.

Droitcour, J; Caspar, R.A; Hubbard, M.L. (2004). The item count technique as a method of indirect questioning: A review of its development and a case study application. *Measurement errors in surveys*, 185-210. <https://doi.org/10.1002/9781118150382.ch11>.

Droitcour, J.A; Larson, E.M. (2002). An innovative technique for asking sensitive questions: The three-card method. *Bulletin of Sociological Methodology. Bulletin de Méthodologie Sociologique* 75: 5-23. <https://doi.org/10.1177/075910630207500103>.

Enzmann, D. (2017). Die Anwendbarkeit des Crosswise-Modells zur Prüfung kultureller Unterschiede sozial erwünschten Antwortverhaltens. In *Methodische Probleme von Mixed-Mode-Ansätzen in der Umfrageforschung. Springer*.

Ercan, I; Kan, I. (2004). Ölçeklerde güvenirlik ve geçerlik. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 30(3), 211-216.

Eslami, B; Sundin, Ö; Macassa, G. (2013). Anxiety, depressive and somatic symptoms in adults with congenital heart disease. *Journal of psychosomatic research* 74: 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2012.10.006>.

Fishburne, P.M; Abelson, H.I; Cisin, I.H. (1980). National survey on drug abuse: Main findings 1979. *National Institute on Drug Abuse*, Office of Medical and Professional Affairs.

Fisher, R.J. (1993). Social desirability bias and the validity of indirect questioning. *Journal of consumer research* 20: 303-315. <https://doi.org/10.1086/209351>.

Fu, H; Darroch, J.E; Henshaw, S.K. (1998). Measuring the extent of abortion underreporting in the 1995 National Survey of Family Growth. *Family planning perspectives*, 128-138. <https://doi.org/10.2307/2991627>.

G.A.O. (1999). Survey methodology: an innovative technique for estimating sensitive survey items. *Washington*, DC.

Hoffmann, A; Diedenhofen, B; Verschuere, B. (2015). A strong validation of the crosswise model using experimentally-induced cheating behavior. *Experimental Psychology*. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000304>.

Hoffmann, A; Musch, J. (2016a). Assessing the validity of two indirect questioning techniques: A Stochastic Lie Detector versus the Crosswise Model. *Behavior Research Methods* 48: 1032-1046. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0628-6>.

Hoffmann, A; Musch, J. (2019b). Prejudice against women leaders: Insights from an indirect questioning approach. *Sex Roles* 80: 681-692. <https://doi.org/10.1007/s11199-018-0969-6>.

Hox, J; Lensvelt-Mulders, G. (2004). Randomized response analysis in Mplus. *Structural Equation Modeling* 11: 615-620. https://doi.org/10.1207/s15328007sem1104_6.

Höglinger, M; Jann, B; Diekmann, A. (2016). Sensitive questions in online surveys: An experimental evaluation of different implementations of the randomized response technique and the crosswise model. *In Survey Research Methods* Vol. 10, No. 3, pp. 171-187. <https://doi.org/10.18148/srm/2016.v10i3.6703>.

Hubbard, M.L; Casper, R.A; Lessler, J.T. (1989). Respondents' reactions to item count lists and randomized response. Proceedings of the Survey Research Section', *American Statistical Association*, Washington, DC, 544-448.

Jann, B; Jerke, J; Krumpal, I. (2012). Asking sensitive questions using the crosswise model: an experimental survey measuring plagiarism. *Public opinion quarterly* 76: 32-49. <https://doi.org/10.1093/poq/nfr036>.

John, F.A.S; Edwards-Jones, G; Gibbons, J.M. (2010). Testing novel methods for assessing rule breaking in conservation. *Biological Conservation* 143: 1025-1030. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.01.018>.

Kundt, T.C; Misch, F; Nerré, B. (2017). Re-assessing the merits of measuring tax evasion through business surveys: An application of the crosswise model. *International Tax and Public Finance* 24: 112-133. <https://doi.org/10.1007/s10797-015-9373-0>.

Lau, J.T; Yeung, N.C; Mui, L.W. (2011). A simple new method to triangulate self-reported risk behavior data—the bean method. *Sexually transmitted diseases* 38: 788-792. <https://doi.org/10.1097/OLQ.0b013e318218cc66>.

Lee, R.M. (1993). Doing research on sensitive topics. *Sage*.

Lensvelt; Mulders, G.J; Hox, J.J; VanDerHeijden, P.G. (2005). How to improve the efficiency of randomised response designs. *Quality and Quantity* 39: 253-265. <https://doi.org/10.1007/s11135-004-0432-3>.

Mantha, B.R; Menassa, C.C; Kamat, V.R. (2016). A taxonomy of data types and data collection methods for building energy monitoring and performance simulation. *Advances in Building Energy Research* 10: 263-293. <https://doi.org/10.1080/17512549.2015.1103665>.

Miller, J.D. (1985). The nominative technique: A new method of estimating heroin prevalence. *NIDA Research Monograph*.

Nakhaee, M.R; Pakravan, F; Nakhaee, N. (2013). Prevalence of use of anabolic steroids by bodybuilders using three methods in a city of Iran. *Addiction & health* 5: 77.

Nuno, A; Bunnefeld, N; Naiman L.C. (2013). A novel approach to assessing the prevalence and drivers of illegal bushmeat hunting in the Serengeti. *Conservation Biology* 27: 1355-1365. <https://doi.org/10.1111/cobi.12124>.

Nuno, A; Freya, A.V; S.t, John. (2015). How to ask sensitive questions in conservation: A review of specialized questioning techniques. *Biological Conservation* 189: 5-15. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.09.047>.

Peker, M.R. (2000). Gelişim psikolojisine genel bakış. *Akinoğlu matbaacılık*.

Phillips, D.L; Clancy, K.J. (1972). Some effects of " social desirability" in survey studies. *American Journal of Sociology* 77(5), 921-940. <https://doi.org/10.1086/225231>.

Rasinski, K.A; Willis, G.B; Baldwin, A.K. (1999). Methods of data collection, perceptions of risks and losses, and motivation to give truthful answers to sensitive survey questions. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition* 13: 465-484. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0720\(199910\)13:5<465::AID-ACP609>3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0720(199910)13:5<465::AID-ACP609>3.0.CO;2-Y).

Razafimanahaka, J.H; Jenkins, R.K; Andriafidison, D. (2012). Novel approach for quantifying illegal bushmeat consumption reveals high consumption of protected species in Madagascar. *Oryx* 46: 584-592. <https://doi.org/10.1017/S0030605312000579>.

Sapsford, R; Jupp, V(Eds). (1996). *Data collection and analysis*. Sage.

Schnapp, P. (2019). Sensitive Question Techniques and Careless Responding: Adjusting the Crosswise Model for Random Answers. *methods, data, analyses*, 13(2), 13. <https://doi.org/10.12758/mda.2019.03>.

Sheppard, S.C; Earleywine, M. (2013). Using the unmatched count technique to improve base rate estimates of risky driving behaviours among veterans of the wars in Iraq and Afghanistan. *Injury prevention* 19: 382-386. <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2012-040639>.

Simon, P; Striegel, H; Aust, F. (2006). Doping in fitness sports: estimated number of unreported cases and individual probability of doping. *Addiction* 101: 1640-1644. <https://doi.org/10.1111/j.1360-0443.2006.01568.x>.

Singer, E; Hippler, H.J., Schwarz, N. (1992). Confidentiality assurances in surveys: Reassurance or threat?. *International journal of Public Opinion research* 4(3), 256-268. <https://doi.org/10.1093/ijpor/4.3.256>.

Singer, E; Von, Thurn, D.R; Miller, E.R. (1995). Confidentiality assurances and response: A quantitative review of the experimental literature. *Public Opinion Quarterly* 59: 66-77. <https://doi.org/10.1086/269458>.

- Sirken, M.G. (1972). Stratified sample surveys with multiplicity. *Journal of the American statistical Association* 67: 224-227. <https://doi.org/10.2307/2284732>.
- Sirken, M.G. (1975). Network surveys of rare and sensitive conditions. *Advances in Health Survey Research Methods NCHSR Research Proceedings Series* Washington, DC: *Supt of Docs, US Govt Print Off*.
- Smith, J; Noble, H. (2014). Bias in research. *Evidence-based nursing*, 17(4), 100-101. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2004.07.454>
- Solomon, J; Jacobson, S.K; Wald, K.D. (2007). Estimating illegal resource use at a Ugandan park with the randomized response technique. *Human Dimensions of Wildlife* 12: 75-88. <https://doi.org/10.1080/10871200701195365>.
- Sudman, S; Sirken, M.G; Cowan, C.D. (1988). *Sampling rare and elusive populations*. *Science* 240: 991-996. <https://doi.org/10.1126/science.240.4855.991>.
- Tourangeau, R; Rips, L.J; Rasinski, K. (2000). The psychology of survey response. *Cambridge University Press*.
- Tourangeau, R; Yan, T. (2007). Sensitive questions in surveys. *Psychological bulletin* 133: 859. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.5.859>.
- Tsuchiya T, Hirai Y, Ono S. (2007). A study of the properties of the item count technique. *Public Opinion Quarterly* 71: 253-272. <https://doi.org/10.1093/poq/nfm012>.
- Vakilian, K; Mousavi, S.A; Keramat, A. (2014). Estimation of sexual behavior in the 18-to-24-years-old Iranian youth based on a crosswise model study. *BMC research notes* 7: 28. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-7-28>.
- Vieira, E.M. (2009). Frequency and characteristics of induced abortion among married and single women in São Paulo, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública* 25: 179-187. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2009000100019>.
- Xing Yang and Nabendu Pal. (2010). Estimation of a population size through capture-mark-recapture method: a comparison of various point and interval estimators. *Journal of Statistical Computation and Simulation*. 80 (3): 335–354. <https://doi.org/10.1080/00949650802635165>.
- Warner, S.L. (1965). Randomized response: A survey technique for eliminating evasive answer bias. *Journal of the American Statistical Association* 60: 63-69. <https://doi.org/10.1080/01621459.1965.10480775>.
- Yu, J.W; Tian, G.L; Tang, M.L. (2008). Two new models for survey sampling with sensitive characteristic: *design and analysis*. *Metrika* 67: 251. <https://doi.org/10.1007/s00184-007-0131-x>.

7. SİMGELER VE KISALTMALAR

B: Bias

BM: Bean Yöntemini

CWM: Crosswise Yöntemi

HIV: İmmün Yetmezlik Virüsü

NSFG: Ulusal Aile Büyümesi Ölçeği

RMSE: Kök Ortalama Kare Hatası (Root Mean Squared Error)

RRT: Randomized Response Yöntemi

UCT: Unmatched-Count Yöntemi

8. EKLER

R kodları

```
set.seed(100)
```

```
#N=anakütle
```

```
N=1000000
```

```
#ref=parametre
```

```
ref=0.7
```

```
#n=örneklem sayısı
```

```
n=500
```

```
#t: tekrar sayısı
```

```
t=1000
```

```
s1=matrix(rbinom(N,1,ref),ncol=1)
```

```
#randomized response method
```

```
prev=matrix(0,nrow=t,ncol=1)
```

```
for(k in 1:t){
```

```
  A=matrix(0,nrow=n)
```

```
  B=matrix(0,nrow=n)
```

```
  C=matrix(0,nrow=n)
```

```
  A=matrix(sample(1:6, n, replace = TRUE, prob = NULL),nrow=n)
```

```
  B=matrix(sample(1:6, n, replace = TRUE, prob = NULL),nrow=n)
```

```
  for(i in 1:n){
```

```
    sam=matrix(sample(1:N,n,replace=F),ncol=1)
```

```
    C[i,]=A[i,]+B[i,]
```

```
    if(4<C[i]& C[i]<11& s1[sam[i]]==0){
```

```
      SH=SH+1 }
```

```
    if(4<C[i]& C[i]<11& s1[sam[i]]==1){
```

```

SE=SE+1}
if(1<C[i]& C[i]<5){
sayZE=sayZE+1
}
if(10<C[i]& C[i]<13){
sayH=sayH+1
}}
S=SH+SE
prev[k,]=(SE)/S
}
for (k in 1:t){
B=(sum(prev[k,]-ref))/t
RMSE=sqrt(sum((prev[k,]-ref)^2)/t)
}
sprintf("%.100f",B)
sprintf("%.100f",RMSE)
#Nominative method
subject=3
nominative.method=function(){
soru2=matrix(0,nrow=1,ncol=n)
soru3=matrix(0,nrow=1,ncol=n)
sam=matrix(0,nrow=subject, ncol=n)
f=matrix(0,nrow=subject, ncol=n)
for(w in 1:n){
sam[,w]=sample(1:N,subject,replace=T)
}
for (i in 1:subject){
for(w in 1:n){
f[i,w]=s1[sam[i,w]]} }
for (w in 1:n){

```

```

soru2[,w]=sum(f[,w])
}
soru3=matrix(0,nrow=1,ncol=n)
g=matrix(0,nrow=1,ncol=n)
nominative=matrix(0,nrow=1,ncol=n)
for (i in 1:subject){
  for(w in 1:n){
    if (f[i,w]==1){
      nominative[,w]=sam[i,w] } } }
    for(w in 1:n){
      for(i in 1:subject){
        for(j in 1:n){
          if (sam[i,j]==nominative[,w]){
            soru3[,w]=soru3[,w]+1 } } } }
        pre=matrix(0,nrow=1,ncol=n)
        for(w in 1:n){
          pre[,w]=soru2[,w]/(1+soru3[,w])}
        p=sum(pre)
        return(p/n)
      }
    a=replicate(t,nominative.method())
    B=(sum(prev[k,]-ref))/t
    RMSE=sqrt(sum((a-ref)^2)/t)
    #Unmatched count method
    Unmatched_count=function(){
      soru4=matrix(rbinom(N,1,0.2),ncol=1)
      soru5=matrix(rbinom(N,1,0.5),ncol=1)
      soru6=matrix(rbinom(N,1,0.5),ncol=1)
      soru7=matrix(rbinom(N,1,0.7),ncol=1)
      sam=matrix(sample(1:N,n,replace=F),ncol=1)

```

```

for(i in 1:(n/2)){
  if(s1[sam[i]]==1){
    s1t=s1t+1 }
  if(soru4[sam[i]]==1){
    s4t=s4t+1 }
  if(soru5[sam[i]]==1){
    s5t=s5t+1 }
  if(soru6[sam[i]]==1){
    s6t=s6t+1 }
  if(soru7[sam[i]]==1){
    s7t=s7t+1 } }
  nT=s1t+s4t+s5t+s6t+s7t
  for(i in ((n/2)+1):n){
    if(soru4[sam[i]]==1){
      s4k=s4k+1 }
    if(soru5[sam[i]]==1){
      s5k=s5k+1 }
    if(soru6[sam[i]]==1){
      s6k=s6k+1 }
    if(soru7[sam[i]]==1){
      s7k=s7k+1 } }
    nK=s4k+s5k+s6k+s7k
  p=(nT-nK)/(n/2)
  p}
a=replicate(t,Unmatched_count())
B=(sum(prev[k,]-ref))/t
RMSE=sqrt(sum((a-ref)^2)/t)
#Grouped answer method
s1=matrix(rbinom(N,1,ref),ncol=1)
s4=matrix(rbinom(N,1,0.2),ncol=1)

```



```

s5=matrix(rbinom(N,1,0.5),ncol=1)
s6=matrix(rbinom(N,1,0.5),ncol=1)
s7=matrix(rbinom(N,1,0.8),ncol=1)
Grouped.Answer.method=function(){
sam=matrix(sample(1:N,n,replace=F),ncol=1)
for(i in 1:(n/2)){
if(s1[sam[i]]==1){
s1k1=s1k1+1 }
if(s4[sam[i]]==1){
s4k1=s4k1+1 }
if(s5[sam[i]]==1){
s5k1=s5k1+1 }
if(s6[sam[i]]==1){
s6k1=s6k1+1 }
if(s7[sam[i]]==1){
s7k1=s7k1+1 } }
nT=s4k1+s5k1
for(i in (n/2+1):n){
if(s1[sam[i]]==1){
s1k2=s1k2+1 }
if(s4[sam[i]]==1){
s4k2=s4k2+1 }
if(s5[sam[i]]==1){
s5k2=s5k2+1 }
if(s6[sam[i]]==1){
s6k2=s6k2+1 }
if(s7[sam[i]]==1){
s7k2=s7k2+1 } }
nK=s1k2+s4k2+s5k2
prev=(nK-nT)/(n/2)

```

```

return(prev)}

a=replicate(t,Grouped.Answer.method())

B=(sum(prev[k,]-ref))/t

RMSE=sqrt(sum((a-ref)^2)/t)

#crosswise method

s8=matrix(rbinom(N,1,0.25),ncol=1)

prevalence=matrix(0,nrow=n,ncol=t)

sam=matrix(0,nrow=n, ncol=t)

for(w in 1:t){

sam[,w]=sample(1:N,n,replace=F)}

A=matrix(0,nrow=1,ncol=t)

B=matrix(0,nrow=1,ncol=t)

for (k in 1:t){

for (i in 1:n){

if (s1[sam[i,k]]==s8[sam[i,k]]){

A[,k]=A[,k]+1 }

else { B[,k]=B[,k]+1 }

prevalence[,k]=((A[,k]/n)+0.25-1)/((2*0.25)-1) } }

B=(sum(prev[k,]-ref))/t

RMSE=sqrt((sum((prevalence-ref)^2))/n)

#Modification codes

n=50

set.seed(100)

t=1000

ref=0.001

s1=matrix(rbinom(1000000,1,ref),ncol=1)

s8=matrix(rbinom(1000000,1,0.25),ncol=1)

crosswise.method=function(){

prevalence=matrix(0,nrow=n)

sam=matrix(0,nrow=n)

```

```

sam=matrix(sample(1:1000000,n,replace=F),nrow=n)
A=matrix(0,nrow=1)
B=matrix(0,nrow=1)
for (i in 1:n){
  if (s1[sam[i,]]==s8[sam[i,]]){
    A=A+1 }
  else { B=B+1 } }
prevalence=((A/n)+0.25-1)/((2*0.25)-1)
d=(2*0.25)-1
var=((A/n)*(1-(A/n)))/n*d*d
r=var
adjprevalence=(prevalence-((1/3)*r))/(1-((1/3)*r))
return(adjprevalence)
}
a=replicate(t,crosswise.method())
RB=sum(a-ref)/t
RMSE=sqrt(sum((a-ref)^2)/t)

```

9. TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimi boyunca tez çalışmamın gerçekleşmesi ve sonuçlandırılması sırasında bilimsel, maddi ve manevi tüm desteklerini esirgemeyerek, olağanüstü çaba sarf eden ve bana yol gösteren değerli danışman hocam Prof. Dr. İlker ERCAN'a, tez savunma sınavına hazırlanmamdaki katkı ve desteklerinden dolayı tez izleme komitesinde yer alan değerli hocalarım Doç. Dr. Deniz SIGIRLI'ya ve Prof. Dr. Özlem ALPU'ya da şükranlarımı sunarım. Bunlarla beraber her koşulda gerek maddi gerek manevi yanımda olan anneme, babama kardeşlerime ve sevgili eşim Gürcan TETİK'e büyük şükranlarımı sunarım.

10. ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında İran'ın Tebriz şehrinde doğan Robab Ahmadian, yükseköğrenimini 2007 – 2011 yılları arasında Tebriz Üniversitesinde, Matematik fakültesi, İstatistik bölümünde tamamlamıştır. 2013 – 2015 yılında Tahrân Üniversitesi, Halk Sağlığı Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimini, “Çarpık Biyomarkerlerde Probit Modelin Uygunluğu” başlıklı tez konusu ile tamamlamıştır. Daha sonra 2015 yılında Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalında doktora eğitimine başlamıştır.